Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und Pflanzenschutz

62. Band · Jahrgang 1955 · Heft 8/9

Festheft

zum

70. Geburtstag

von

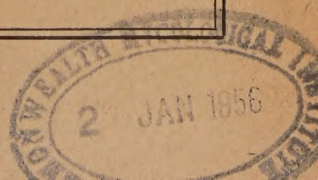
PROF. DR. HANS BLUNCK

Herausgegeben von

E. Brandenburg, H. Bremer, E. Meyer
und B. Rademacher

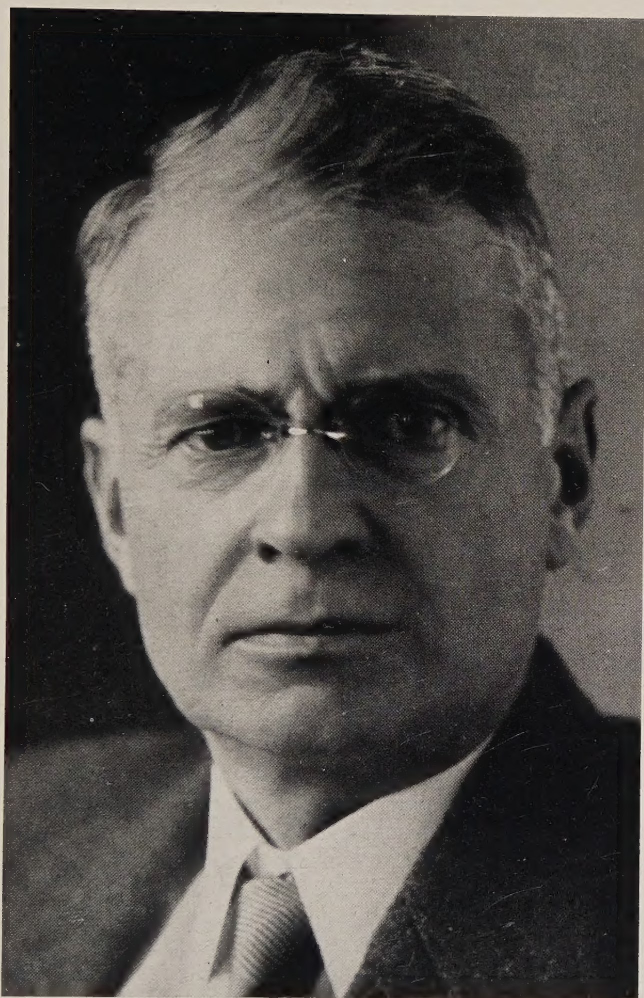


EUGEN ULMER IN STUTTGART / z.Z. LUDWIGSBURG
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften



Inhaltsübersicht von Heft 8/9

Originalabhandlungen Seite



HANS BLUNCK 70 JAHRE

Am 13. September 1955 vollendet Professor Dr. Hans Blunck das siebente Jahrzehnt seines Lebens, Anlaß genug, seiner gerade in dieser Zeitschrift zu gedenken. Er wurde 1885 in Wankendorf in Holstein geboren und begann nach dem Besuch des Johanneums in Hamburg im Jahre 1904 das Studium der Naturwissenschaften in Marburg, wo er in Korschelt einen Lehrer fand, der ihm eine bleibende Liebe, ja Begeisterung für die Zoologie, insbesondere die Entomologie einpflanzte, und dem er bis zu dessen Tode in großer Verehrung zugetan blieb. Nach Abschluß der Dissertation über „Das Geschlechtsleben des *Dytiscus marginalis* L.", Staatsexamen und Assistententätigkeit in Marburg kam er am 1. 4. 1914 als Assistent an die damalige Zweigstelle Metz der Biologischen Reichsanstalt, wo er in Carl Börner einen temperament-

vollen und nicht weniger für seine Wissenschaft begeisterten älteren Kollegen fand. In Metz vollzog er den entscheidenden Schritt zur angewandten Entomologie.

Bei Beginn des ersten Weltkrieges trat H. Blunck als Freiwilliger bei den Schleswig-holsteinischen Dragonern ein, war im Westen und Osten und zuletzt in Syrien im Einsatz und kehrte 1918 von dort schwer erkrankt zurück. Nach seiner Genesung nahm er seine Arbeiten in Naumburg wieder auf, wohin die Zweigstelle inzwischen von Metz aus verlegt worden war. 1925 übertrug ihm Otto Appel, als damaliger Präsident der Biologischen Reichsanstalt, die Einrichtung und Leitung der neu gegründeten Zweigstelle für Getreide- und Futterpflanzenbau in Kiel. Begeistert von dieser großen und verantwortungsvollen Aufgabe in seiner stets sehr geliebten Heimat, verstand Blunck es, innerhalb weniger Jahre in Kiel-Kitzeberg eine vorbildliche Forschungsstätte auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes zu schaffen, deren Ergebnisse nicht zuletzt dank der guten Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer und der Hauptstelle für Pflanzenschutz unter Werner Ext sehr schnell die landwirtschaftliche Praxis befruchteten. Noch im gleichen Jahre habilitierte er sich an der philosophischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, wo bereits 1927 seine Ernennung zum a.o. Professor erfolgte. Damit begann seine Tätigkeit als akademischer Lehrer, die seinem späteren Leben die besondere Prägung geben sollte. 1932 folgte die Ernennung zum Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt. Nach zehnjähriger sehr erfolgreicher Tätigkeit, welche die junge Zweigstelle weit über die Landesgrenzen hinaus bekannt machte, erfolgte 1935 die ehrenvolle Berufung auf den damals einzigen ordentlichen Lehrstuhl für Pflanzenkrankheiten in Deutschland an der Rheinischen Wilhelms-Universität zu Bonn. Nicht leichten Herzens nahm Blunck damals Abschied von seinem bisherigen Werk und seiner Heimat.

In Bonn waren für ihn nun alle Möglichkeiten zur Schaffung einer Pflanzstätte des Nachwuchses für das Gesamtgebiet der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes sowie einer fruchtbaren Synthese von Lehre und Forschung gegeben. Es folgten Jahre rastloser und überaus erfolgreicher Arbeit mit einem immer wachsenden Mitarbeiterstab. Die stete Aufwärtsentwicklung des Instituts wurde jäh unterbrochen durch den Ausbruch des zweiten Weltkrieges und sein unglückliches Ende. Zahlreiche hoffnungsvolle Schüler Bluncks, wie Bernhardt, Flock, Hornbostel, Kaufmann, Klensch, Meuche, Resühr, Riggert, kehrten nicht mehr aus dem Kriege zurück. Er selbst wurde 1945 von der Besatzungsmacht entlassen. Erst 3 Jahre später wieder in sein Amt eingesetzt, mußte er sich krankheitshalber schon nach 1 Semester emeritieren lassen. Seitdem widmet er sich in Pech bei Bad Godesberg mit ungebrochenem Eifer in einem kleinen eigenen Laboratorium seinen wissenschaftlichen Studien, seinem Schülerkreise und zahlreichen sonstigen Aufgaben im Dienste unserer Wissenschaft.

Über die wissenschaftliche Bedeutung des immer noch rastlos Tätigen abschließend urteilen zu wollen, wäre durchaus verfrüht. Das Verdienst H. Bluncks ist es insbesondere, daß er, der sich bewußt der angewandten Wissenschaft widmete, eine echte und fruchtbare Synthese zwischen gründlicher wissenschaftlicher Forschung und den Erfordernissen der Praxis fand. Mit sicherem Blick erkannte er die wirklich wesentlichen Probleme, wußte sie in gründlicher Breiten- und Tiefenarbeit anzufassen und mit Energie auch durchzuführen, bis am Ende der z. T. jahrzehntelangen Arbeiten ein klares

wissenschaftliches Ergebnis und eine echte Hilfe für die Praxis standen. Fast 200 wissenschaftliche Veröffentlichungen zeugen von seiner Arbeitskraft und Vielseitigkeit. In den gründlichen zoologischen Studien seiner Jugendzeit an einem einzelnen Objekt, dem *Dytiscus marginalis* und seinen nächsten Verwandten, hatte er sich einen festen Grund für die Methodik und Problematik aller späteren Arbeiten auf entomologischem Gebiet geschaffen. Bis heute ist es seine größte Lust geblieben, selbst zu beobachten und zu experimentieren. Das hinderte ihn nicht an gründlichen Studien der Literatur, deren umfassende Kenntnis eine seiner Stärken ist. Seine besonderen Lieblinge, die Ölfruchtschädlinge, „verfolgt" er nunmehr über mehr als 3 Jahrzehnte. Die mit anderen Mitarbeitern zusammen durchgeführten Arbeiten über die Rübenfliege, die Rübenaaskäfer, die Elateriden, die Fritfliege und mehrere sonstige Schädlinge sind grundlegend geworden. Desgleichen haben seine gründlichen experimentellen und besonders die das bisherige Wissen zusammenfassenden literarischen Arbeiten über den Maikäfer entscheidend dazu beigetragen, daß die Bekämpfung dieser Kardinalschädlinge heute auf sicheren Grundlagen ruht. Bei jedem Objekt interessierte ihn dabei auch das Grundsätzliche und Allgemeingültige, so insbesondere der Massenwechsel in all seinen schwer durchschaubaren Verflechtungen, wie besonders die Arbeiten über die Rübenfliege und die um 1930 begonnenen Untersuchungen über die Kohlweißlinge zeigen. Hier hat er in den allerletzten Jahren durch Studium der Mikrosporidien neue Wege eingeschlagen.

Wenn auch die angewandte Entomologie sein eigentliches Arbeitsgebiet ist, so war doch für ihn der Pflanzenschutz stets ein einheitliches Ganzes, und er brachte für alle seine Fragen und Probleme stets das regste Interesse auf. Es war seine Art, sich selbst die Aufgabe zu stellen, bestimmte umstrittene oder in der Entwicklung stehende Gebiete zu durchdringen und zu verarbeiten. Ergebnis solcher Studien waren dann richtungweisende Vorträge wie über den Massenwechsel der Insekten, die Zunahme der Pflanzenkrankheiten, die Viruskrankheiten u. a. Viele andere Gebiete förderte er dadurch, daß er Mitarbeiter und Schüler mit ihrer Bearbeitung betraute, wie die Gebiete der Fußkrankheiten, des Kartoffelabbaues, der Mangelkrankheiten, der Biocönose und der Unkräuter.

Sein sicherer Blick für das Ganze und die großen Probleme bei gründlicher Kenntnis des eigenen Spezialgebietes machten vor allem auch seine Tätigkeit als Institutsleiter und akademischer Lehrer so fruchtbar. Es konnte nicht anders sein, als daß seine eigene Arbeitsfreude und Begeisterung sich auch auf seine Mitarbeiter und Schüler übertrug. Er war kein bequemer Vorgesetzter, aber jeder erkannte letztlich das gütige Wohlwollen, das die streng gerunzelte Stirn nicht verdecken konnte. Blunck liebte als ein innerlich jung gebliebener Mensch die Jugend und ließ jedem seiner Schüler, dessen Wert er erkannt hatte, die Freiheit des Arbeitens. In seinem Pflichtbewußtsein und der erstaunlichen Willenskraft, mit welcher er die wiederholten schweren Rückfälle seines alten Kriegsleidens immer wieder überwand, war er ihnen allen ein stetes Vorbild. Es darf nicht vergessen werden, an dieser Stelle auch seiner Gattin in Verehrung zu gedenken, die mit ihrer klugen Menschenkenntnis und mütterlichen Mitsorge für den Freundes- und Schülerkreis ihres Mannes dem Forscher wie dem Lehrer stets eine ideale Gefährtin war und ist. Eine ungewöhnlich hohe Zahl seiner Schüler widmete sich der Wissenschaft und der auf wissenschaftlicher Haltung begründeten Arbeit im praktischen Pflanzenschutz. Fünf von ihnen habilitierten sich, drei davon haben heute Lehrstühle inne.

Mit seiner Tätigkeit als Forscher und Lehrer ist der Kreis seines Wirkens noch nicht ausgeschöpft. In allen Gremien, bei allen Arbeiten für die Förderung seines Fachgebietes stand und steht er mit in vorderer Linie. Seit 1937 ist er Herausgeber dieser Zeitschrift. Nachdem er schon 1925 durch Übernahme des Abschnitts „Thysanopteren" am Handbuch der Pflanzenkrankheiten von P. Sorauer mitgewirkt hatte, ist er zur Zeit zusammen mit H. Richter Mitherausgeber der Neuauflage dieses Standardwerkes und besorgt jetzt die Neuauflage der Bände „Tierische Schädlinge". Seinen unermüdlichen Bemühungen in der Frage der Vertretung der Pflanzenpathologie an den Hochschulen und der Hochschulausbildung im Pflanzenschutz ist es mit zu verdanken, daß in den letzten 15 Jahren acht neue Lehrstühle auf diesem Gebiet in Deutschland geschaffen wurden. In den verschiedensten wissenschaftlichen Gesellschaften, in der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, in der Vereinigung der Pflanzenärzte und nicht zuletzt in der Forschungsgemeinschaft schätzt man seine tätige Mitarbeit, sein temperamentvolles Eintreten für die als notwendig erkannten Entschlüsse ebenso wie seine mahnende Kritik. In Anerkennung seiner vielfältigen Verdienste wurde ihm 1954 die höchste Auszeichnung des Deutschen Pflanzenschutzdienstes mit der Verleihung der „Otto-Appel-Gedenkmünze" zuteil.

Heute widmen dem Siebzigjährigen seine ältesten Freunde sowie seine Schüler dieses Festheft als Ausdruck bleibender Dankbarkeit. Möge H. Blunck noch lange Jahre weiterwirken können in Gesundheit und Freude an der Wissenschaft und an der Jugend, die sich ihr verpflichtet. B. Rademacher.

Pathologische Beobachtungen an Obstbäumen im Trockenklima

Von H. Bremer

Mit 6 Abbildungen

1. Einleitende Bemerkungen. Das Klima.

Die im folgenden dargelegten Beobachtungen wurden während eines mehrjährigen Aufenthaltes in der Türkei angestellt. Ihnen liegen größtenteils systematische Untersuchungen nicht zugrunde; es handelt sich vielmehr im wesentlichen um Gelegenheitsbeobachtungen. Doch schien es angebracht, von ihnen Kenntnis zu geben: Wir kennen unsere Obstbäume doch wohl nicht so genau, daß Mitteilungen über ihr Verhalten in einem extremen Klima nicht von einigem Wert für das Bild wären, das wir uns von ihren Lebensansprüchen zu machen haben.

Die Beobachtungen wurden überwiegend in Zentralanatolien gemacht, besonders in der Gegend von Ankara. Einiges Weitere wurde vornehmlich in den Gegenden von Niğde und Konya gesehen. Alle drei Orte liegen im Steppengebiet und unterscheiden sich nicht wesentlich im Großklima: Der Sommer ist warm, mit mehr als 23° C mittlerer Monatstemperatur im Juli und August, der Winter kalt, mit 0 bis —1° C mittlerer Monatstemperatur im Januar. Auch die täglichen Temperaturschwankungen sind groß, besonders im Sommer; nach Çölaşan (1946) beträgt der Unterschied zwischen dem durchschnittlichen Monatsmaximum und -minimum der Temperatur dann mehr als 15° C. Der Jahresniederschlag liegt zwischen 300 und 400 mm; in den Sommermonaten Juli bis September fallen davon nur durchschnittlich etwa 10%, die Hauptmenge im Frühjahr und Winter (l. c.). Die mittlere relative Luftfeuchte liegt

im Sommer wenig über 40% (l. c.); bei extremer Trockenheit wurden mit dem Haarhygrometer im Pflanzenbestand Werte gemessen, die um 20% lagen. Ein wesentliches Kennzeichen für das Klima ist noch die starke Sonnenstrahlung im Sommer, verstärkt durch die Höhenlage (900–1000 m) und die klare, selten Dunst enthaltende Luft.

Das Mittelmeergebiet, aus dem hier auch einige Beobachtungen angeführt werden, hat dort viel höheren Jahresniederschlag (Izmir in Südwest-Anatolien 640 mm, Adana in Südanatolien 534 mm, l. c.). Er fällt aber fast ausschließlich in der kühlen Jahreszeit, und der Sommer von etwa Mitte Mai bis Mitte September ist normalerweise fast regenlos. Daher kann auch dieses Gebiet ökologisch als Trockengebiet bezeichnet werden, da es an die Dürrefestigkeit der im Sommer belaubten Gewächse extreme Ansprüche stellt. Im übrigen ist der Sommer sehr warm (durchschnittliche Temperatur im Juli über 27° C, l. c.), der Winter ausgesprochen mild (Januar über 8° C, l. c.), die Temperaturschwankungen sind geringer, die Luftfeuchte ist höher, im Mittel 50–70%.

2. Die Standorte.

Die Steppe ist baumfeindlich. Wo ihre Bedingungen gemildert sind, da kann spärlicher Baumwuchs gedeihen. Aus der Verwandtschaft unserer Obstbäume sind in der zentralanatolischen Steppe dann besonders Wildmandeln (*Amygdalus orientalis* Ait. und *A. webbii* Spach.), Wildbirnen (*Pirus elaeagrifolia* Pall.) und einige *Crataegus*-Arten noch lebensfähig. An feuchteren Stellen kommt als einheimische Obstart *Mespilus germanica* L. dazu (Krause 1937). Unsere Edelobstarten stammen zum größeren Teil wohl ebenfalls aus Westasien, aber nicht aus dem Steppenklima sondern dem feuchteren der Meeresküsten und der Gebirgstäler. Sie werden zwar auch in Zentral-Anatolien angebaut, gedeihen dort aber nur in den wasserdurchflossenen, schattigen Steppentälern oder dort, wo bewässert werden kann.

Zwischen diesen Steppentälern und der eigentlichen Steppe besteht ein auffallend großer Unterschied im Klima. Messungen, die das erweisen, sind mir zwar nicht bekannt geworden, aber ein Blick auf die Flora zeigt es sofort: So finden sich in den Tälern häufig *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Salix alba* L., *Saponaria officinalis* L., *Ranunculus sceleratus* L., *R. repens* L., *Alliaria officinalis* Andrz., *Lythrum salicaria* L., *Epilobium hirsutum* L., *Hedera helix* L., *Lysimachia nummularia* L., *Lycopus europaeus* L., *Solanum dulcamara* L., *Tussilago farfara* L. und andere Gewächse des feuchten gemäßigten Klimas, während unmittelbar daneben, auf den freien Flächen typische Steppenpflanzen wie *Elymus caput medusae* L., *Noea spinosissima* L., *Delphinium orientale* J. Gay, *Onobrychis armena* Boiss. et Huet., *Linum anatolicum* Boiss., *Convolvulus galaticus* Rostan., *Alkanna orientalis* (L.) Boiss., *Wiedemannia orientalis* F. et Mey., *Artemisia fragrans* Willd. u. a. den Florencharakter bestimmen (Krause 1937).

Den Übergang zwischen diesen beiden Mikroklima-Bezirken bilden Gärten in Steppenlage, wie sie sich besonders in der Nähe der Städte finden. Sie haben durch wassersparende Bodenbearbeitung und Bewässerung im Gegensatz zur Steppe genügend Wasser in den flacheren Bodenschichten, sind aber im Gegensatz zu den Tälern der Wirkung von Sonnenstrahlung und Lufttrockenheit stark ausgesetzt.

Im Mittelmeergebiet, wo in voll exponierter Lage die Macchia statt der Steppe die herrschende Vegetationsform ist, sind die Standorte der Edelobstbäume nicht so eng begrenzt. Man findet sie vielmehr überall dort, wo Schutz

vor der vollen Strahlung besteht: in den Flußtälern, an den Nordhängen der Berge. Je mehr man sich der Küste und dem Seewind nähert, desto mehr fällt die Begrenzung auf geschützte Standorte fort.

3. Die verschiedene Anpassung der Obstbäume an das Trockenklima.

Nach Hilkenbäumer (1953) nehmen die Feuchtigkeitsansprüche der Obstarten ab in der Reihe Pflaume, Apfel, Birne, Süßkirsche, Pfirsich, Aprikose, Sauerkirsche (auf Mahaleb). In den Steppengärten Zentralanatoliens überwiegen Aprikosen, Birnen und Sauerkirschen; Pfirsiche, Süßkirschen, Pflaumen und Äpfel treten zurück.

Im Laufe einiger Jahre erkrankten, nach äußeren Symptomen zu schließen, in dem offen gelegenen Versuchsgarten des Zentralinstituts für Pflanzenschutz in Ankara

von 57 Birnen	15 oder 26%
von 34 Sauerkirschen	12 oder 35%
von 47 Aprikosen	19 oder 40%
von 47 Äpfeln	26 oder 55%,
von 20 Pflaumen	11 oder 55%,
von 28 Süßkirschen	18 oder 64%,
von 22 Pfirsichen	18 oder 82%.

Die hohen Anteile kranker Bäume zeigen allgemein die Schwierigkeit des Anbaus von Obstbäumen in dieser Lage. Da natürlich auch noch Sortenunterschiede bestehen, soll weder auf die Reihenfolge der Baumarten noch auf die Höhe der Zahlenwerte im einzelnen hier großes Gewicht gelegt werden. Der Vergleich mit dem Bestand anderer Gärten bestätigte aber im allgemeinen den Eindruck von dem Verhalten der verschiedenen Obstarten dem Trockenklima gegenüber.

Die Abweichungen von der oben genannten Hilkenbäumerschen Reihe zeigen sich in ihren mittleren Gliedern: Birne, Süßkirsche und Pfirsich. Der Birnbaum spielt im Trockenklima Zentralanatoliens eine größere Rolle, als nach seinem relativ großen Wasserbedarf anzunehmen wäre. Seine tiefgehende Wurzel mag wohl auch hier meist noch genügend Wasser dem Boden entnehmen, und er scheint auch der Lufttrockenheit gegenüber, die im Feuchtklima keine wesentliche Rolle spielt, besondere Anpassung zu besitzen (s. u.). Die relativ ungünstige Stellung des Pfirsichbaumes dürfte hier auf seiner Empfindlichkeit gegen den kalten Winter des Kontinentalklimas und der Höhenlage beruhen. Bei der Süßkirsche mag die Empfindlichkeit gegen schwere dichte Böden hinzukommen, wie sie bei Ankara häufig sind.

Huber (1935) hat darauf aufmerksam gemacht, daß zwischen der Holzstruktur und der Trockenheits-Anpassung bei Gehölzen eine Beziehung besteht. Ringporige Hölzer leiten Wasser schneller; Ringporigkeit ist also günstig für Gehölzarten, die ihren Wasserbedarf in kurzer Zeit decken müssen. Unter unseren Obstbäumen haben die *Pirus*- und *Sorbus*-Arten ausgesprochen zerstreutporiges Holz. Bei einigen Arten von *Prunus* dagegen zeigt sich eine gewisse Neigung zur Ringporigkeit: Pfirsich, Aprikose, Mahaleb (auch Mandel). Bei ihnen kann der Unterschied in der Weite des Querschnitts bei den Gefäßen des Frühjahrs- von dem des Herbstholzes viel bedeutender sein als bei den übrigen Arten der Gattung, und sie sind auch die gegen Trockenheit weniger empfindlichen (Bremer 1947).

4. Der Einfluß der Trockenheit auf die Obstbäume.

a) Das Verhalten der Spaltöffnungen. „In trockenen heißen Gegenden sollen einige Pflanzen ihre Spaltöffnungen während der heißesten Stunden geschlossen halten; bei extremen Verhältnissen bleiben die Spalten nur in den

frühesten Vormittagsstunden offen." Diese Äußerung von Kostytschew (1931) gilt für unsere Obstbäume im zentralanatolischen Steppenklima, wie eigene Untersuchungen nach der Infiltrationsmethode zeigten (Bremer 1947). Apfel- und Aprikosenbäume in voll exponierter Lage schlossen die Spaltöffnungen ihrer Blätter sommers im allgemeinen schon gegen 11 Uhr vormittags, um sie erst am späten Nachmittag schwach und zögernd wieder zu öffnen. Diese Reaktion war umso weniger deutlich, je besser die Bäume mit Wasser versorgt waren. In einem schattigen, wasserdurchflossenen Tal blieb sie ganz aus: die Spalten waren hier bei Aprikose und Sauerkirsche auch mittags geöffnet. Die zeitige Einstellung der Wasserverdunstung erfordert schnelle Wasserleitung im Holz, damit der Wasserbedarf in kurzer Zeit gedeckt werden kann.

Auffallenderweise zeigten Birnen die Reaktion der Spaltöffnungen nicht. Bei ihnen ließen sich auch in exponierter Lage die Spaltöffnungen den ganzen Tag über infiltrieren. Möglicherweise ist ihre oben erwähnte Widerstandsfähigkeit im Trockenklima auf plasmatische Eigenschaften zurückzuführen. An der Wildbirne *Pirus eleagrifolia* jedenfalls hat Birand (1938) osmotische Preßsaftwerte von 35 Atm. gemessen, ohne daß die Bäume Schaden litten.

b) Die äußeren Symptome des Dürreeinflusses. Ein auffälliges Symptom des Durstes bei zu geringer Wasserführung im Boden ist im Hochsommer und Frühherbst Einrollen der Blätter an den einjährigen Trieben nach oben. Besonders stark zeigen Apfel- und Süßkirschenbäume diese Reaktion, auch Birnen und Sauerkirschen, weniger Aprikosen, nicht Pflaumen. An Sauerkirschblättern wurde daneben eine klebrige Ausscheidung an den Blatträndern beobachtet: „Honigtau". In sehr starker Trockenheit verlieren bei Süßkirschenbäumen die Blätter der einjährigen Triebe ihren Turgor. Sonnenbrandschäden sind in der Folge häufig an solchen Blättern zu sehen.

Intensive Sonnenstrahlung verstärkt bei Birnen, Sauerkirschen und Aprikosen die an sich vorhandene Neigung zu Blattrötung durch Anthocyan; beschattete Teile der Blätter bleiben in solchen Fällen grün.

Bei relativ gut mit Wasser versorgten Sauer- und Süßkirschenbäumen trat nach den heißesten Tagen ein bronzeartiger Schimmer an der Blattoberseite auf. Er war auf eine Verfärbung von Zellgruppen der Epidermis zurückzuführen. Die allerjüngsten Blätter waren gelegentlich frei davon. In offener, trockener Lage trat diese Erscheinung nicht auf.

An extrem wasserarmen Stellen hatten die Aprikosenbäume kleine, gelblichgrüne Blätter, zeigten also die Anzeichen, die sonst als typisch für Stickstoffmangel gelten. Andere Obstbäume waren an derartigen Dürrestellen nicht mehr zu finden.

Sommerlaubfall, vom Innern der Krone her beginnend, war bei allen Obstbaumarten häufig, besonders bei Pflaumen.

5. Maßnahmen gegen die Dürre und ihre Folgen.

a) Die Bewässerung. Die kritische Zeit, in der es sich für einen Baum entscheidet, ob er im Trockenklima leben kann oder nicht, ist zunächst seine Jugend. Keimlinge gehen in der feuchten Jahreszeit auf, vertrocknen aber, wenn es ihnen nicht gelingt vor Beginn des Sommers die auch in der Steppe vorhandene ständig feuchte Untergrundschicht mit ihren Wurzeln zu erreichen.

Am 18. 1. 1947 wurden in offener Steppenlage 50 Apfelsamen zum Keimen ausgelegt und sich selbst überlassen: Am 6. 5. waren 17 Keimlinge aufgegangen; am 21. 5. lebten davon noch 10, am 25. 6. 8, am 16. 7. keiner mehr.

Ist ein Obstbaum tief genug verwurzelt, so kann er sich an nicht zu extrem exponierten Stellen am Leben erhalten. Genügenden Ertrag bringt er aber nur bei ausreichender Bewässerung in den Sommermonaten.

Um den Wasserbedürfnissen der Obstbäume Genüge zu tun, wird im allgemeinen reichlich bewässert, in vielen Fällen zu reichlich. Wurzelerstickung infolge zu starker Bewässerung wurde besonders bei jungen Obstbäumen häufig beobachtet. Übermäßige Bewässerung im warm-trockenen Klima führt zu Wurzelfäuleerscheinungen, die man geradezu unter dem Begriff der ,,Bewässerungskrankheiten" (,,maladies d'arrosage" Sarejanni 1936) zusammenfassen kann, und bei denen besonders *Phytophthora*-Arten als Parasiten eine große Rolle spielen.

Der zweite Kulturfehler, zu dem man im Trockenklima leicht verführt wird, ist die Fortführung der Bewässerung bis in den Herbst hinein. Sie führt bekanntlich zu mangelnder Holzreife und Frostanfälligkeit, die besonders im Kontinentalklima zu fürchten ist.

Eine weitere häufige Folgeerscheinung der Bewässerung im Trockenklima ist die Chlorose. Chlorotische Erscheinungen treten unter der Einwirkung der verschiedensten Faktoren überall auf, als Allgemeinerscheinung der Gehölze aber nur im Trockenklima und zwar nur bei Bewässerung. So ist Chlorose ,,very prevalent on irrigated land throughout the west and particularly in the northwestern States" der USA (Magistad 1945) und kommt bei Obstbäumen an vielen Stellen von Südaustralien vor, wo der Niederschlag gering ist (Kemp und Beare 1945). Auch in Zentralanatolien war Chlorose auf bewässertem Boden bei voller Exposition für Licht und trockene Luft bei Gehölzen und auch bei Obstbäumen überaus häufig und eine der wichtigsten Ursachen für ihr Absterben. Stark anfällig für diese Art der Chlorose waren Apfel, Birne, Quitte, Pfirsich und Pflaume, weniger Aprikose, Süßkirsche und Mahaleb; an Mispel, Speierling (*Sorbus domestica* L.) und Sauerkirsche wurde sie nicht beobachtet. In den schattigen Steppentälern sowie an nicht bewässerten Bäumen in offener Steppenlage tritt sie nicht auf (Bremer 1947).

Wie diese typische ,,Chlorose des Trockenklimas" zustande kommt, darüber kann noch nichts Sicheres gesagt werden. Eigene Untersuchungen waren nicht möglich. Die Tatsache, daß Eisensulfatdüngung zu vorübergehender Ergrünung führen kann, braucht noch nicht zu besagen, daß es sich um eine Eisenmangelchlorose handelt. Man ist heute nicht mehr so geneigt wie früher, Chlorose als eine Folge von Eisenmangel zu betrachten (Wartenberg 1954). Da nach Wartenberg in chlorotischen Pflanzen verstärkte Pufferung gemessen wird, gewinnt für unseren Chlorosetyp die Anschauung von Schander (1943) an Wahrscheinlichkeit, daß bei erhöhter Transpiration und Zufuhr von Bodenlösung, wie sie hier durch hohe Temperatur und Wassermenge im Boden ausgelöst wird, die Pufferkräfte der Gewebssäfte überbeansprucht werden können. Daß auch die Intensität des Lichtes dabei eine Rolle spielt, ist nach den Untersuchungen von Loehwing (1930) wahrscheinlich: er fand bei Weizen auf alkalischem Boden stärkere Preßsaftalkalität bei höherer Lichtintensität. Daß aber auch das Problem der Löslichkeit von Eisenverbindungen in dem Chlorosekomplex nicht aus dem Auge gelassen werden darf, ist nach den praktischen Erfolgen amerikanischer Forscher bei der Chlorosebehandlung mit Eisen chelierenden Stoffen anzunehmen (Wallace und North 1953).

b) Die Tiefpflanzung. Mit dem Bestreben, die Bäume den Einwirkungen der Dürre zu entziehen, hängt die im Trockenklima Anatoliens allgemein geübte Unsitte zusammen, die Bäume zu tief zu pflanzen. Sie ist dort auch eine der häufigsten Ursachen tür das Kränkeln und Eingehen der Obstbäume.

Im Versuchsgarten des Zentralinstituts für Pflanzenschutz in Ankara wurde an 8 nebeneinanderstehenden Apfelbäumen die Pflanztiefe und die Länge von je 20 beliebigen einjährigen Trieben am 27. Juli 1950 gemessen und die Zahl krebsartiger Wunden am Stamm festgestellt:

Baum Nr.	Pflanztiefe cm	Durchschnittliche Trieblänge cm	„Krebse" je 100 cm Stamm
1	6	24,3	1,0
2	12	35,1	0,0
3	15	22,0	0,0
4	15	16,0	1,4
5	16	7,6	6,8
6	20	2,0	11,5
7	21	10,7	13,3
8	30	15,4	20,0

Obstbäume, die, im Bestreben sich von der Erstickung ihrer unterirdischen Stammteile zu befreien, 2 oder 3 übereinanderliegende Wurzelsysteme gebildet hatten, wurden ausgegraben. Weiter auf diese bekannte Erscheinung einzugehen, erübrigt sich. Über das „Citrus-Sterben" in Südanatolien infolge von Tiefpflanzung und seine Heilung durch Freilegung der Wurzeln hat sich Gassner (1940) ausführlich geäußert.

6. Spezielle pathologische Obstbaumprobleme im Trockenklima.

a) Das Aprikosensterben. Das apoplektische Aprikosensterben hat durch die Eigenart seiner Symptome zahlreiche Untersuchungen veranlaßt. Zu einer allgemein befriedigenden Klärung seiner Ursachen ist es noch nicht gekommen. Die Erscheinung ist auffallend genug: Ein Ast oder eine Mehrzahl von ihnen oder auch ein ganzer Baum läßt plötzlich im Laufe eines Tages sämtliche Blätter vertrocknen und geht mit anhängendem Laube ein. Sehr häufig erscheint dann auf der Rinde die *Cytospora*-Fruktifikation des Pilzes *Valsa cincta* Fr. Diesen hat man wohl auch zunächst für den Erreger gehalten; doch ist die experimentelle Erzeugung der Krankheit durch ihn nicht gelungen. Er ist tatsächlich durchaus nicht in allen Fällen festzustellen. Gäumann (1946, S. 521) gibt im Anschluß an Défago eine chronische *Valsa*-Infektion als Ursache an, betont aber (1950), daß einer Apoplexie eine Schwächung des befallenen Baumes vorausgeht. Sarejanni (1935) hält 6 verschiedene Parasiten für die möglichen Erreger und glaubt an eine Zirkulationsstörung durch Überproduktion von Gummi. Arnaud (1931, S. 1277ff.) hält primär parasitäre Verursachung für nicht gegeben, lehnt aber auch Trockenheitswirkung als Ursache ab, da dann keine Apoplexie einzelner Äste eintreten könnte. Er macht auf Phloembräunung als vorhergehende pathologische Erscheinung aufmerksam.

Bei den eigenen Beobachtungen zeigte die anatomische Untersuchung apoplektisch vertrockneter Aprikosenäste gelegentlich die genannte Phloembräunung oder das Vorhandensein von *Valsa*-Infektion. Auch Wurzelbeschädigung durch *Capnodis* spec. (*Coleoptera Buprestidae*) sowie Tiefpflanzung kamen als verursachende Faktoren in Betracht. In anderen Fällen war aber auch weder durch Untersuchung die mindeste pathologisch-anatomische Veränderung nachzuweisen, noch durch Untersuchung und Isolationsversuch ein Erreger. Die Erscheinung hat sicher nicht eine einfache Ursache; das geht schon daraus hervor, daß Apoplexie öfters im Sommer zur Zeit der größten Hitze beobachtet wurde, aber auch im Frühjahr bald nach der Blütezeit. Im

letzteren Falle (1950) handelte es sich offenbar um die Folge von Frostschäden des vorhergegangenen Winters, der mehrere extreme Kälteperioden gebracht hatte.

Einen Hinweis auf die Voraussetzungen, unter denen bei der Aprikose Apoplexie als Massenerscheinung auftritt, gibt die geographische Zusammenstellung der ihr gewidmeten Literatur: Die Nachrichten von gehäuftem Auftreten des Aprikosensterbens stammen innerhalb Europas aus einem Bezirk, der zunächst die Mittelmeerländer umfaßt: Südfrankreich, Südschweiz, Italien, Griechenland, Türkei, also Ländern mit trockenem Sommer, sowie aus dem östlichen Mitteleuropa: Ungarn und Österreich, wo infolge des kontinental beeinflußten Klimas noch warmes, trockenes Sommerwetter vorherrscht. Das macht Sommertrockenheit als epidemiologische Bedingung für das Auftreten des apoplektischen Aprikosensterbens wahrscheinlich.

Nun wurde oben die Aprikose unter den trockenheitsresistenten Obstbäumen aufgeführt, und das ist sie auch zweifellos. In den Steppengärten bei Ankara werden dort, wo infolge Mangels genügender Bewässerung keine anderen Obstbäume gedeihen, immer noch Aprikosen angebaut. Das ist ein Zeichen dafür, daß man ihr erfahrungsgemäß dort noch Lebensfähigkeit zutraut. Doch ist durchaus denkbar, daß die Aprikose zwar im Vergleich zu anderen Obstbaumarten einen hohen Grad von Trockenheit aushält, bei Überbeanspruchung ihrer Dürreresistenz, die durch extreme Trockenheit oder durch parasitäre Störung der Wasserleitung eintreten kann, aber plötzlich zusammenbricht. Es ist dann auch, entgegen der oben angeführten Ansicht von Arnaud, durchaus möglich, daß diese Überbeanspruchung in einzelnen Ästen auftritt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß Apoplexie bei Aprikosen verschiedene Ursachen haben kann. Sie ist offenbar eine typische Reaktion der Aprikose auf verschiedene Schädigungen unter bestimmten Voraussetzungen. Als Massenerscheinung, als „Aprikosensterben" ist sie an sommertrockenes Klima gebunden.

Übrigens soll auch der Pfirsich zu Apoplexie neigen. Doch ist von apoplektischem Pfirsichsterben in der Literatur selten die Rede. Selbst haben wir bei ihm Apoplexie nicht beobachtet.

b) Der Apfelbaum im Trockenklima. Über das Verhalten des Apfelbaums im Trockenklima konnten besonders in der Gegend von Niğde, südöstlich von Ankara, Beobachtungen angestellt werden. Dort besteht ein kleines Apfelanbauzentrum in dem Tal Kaya Ardĭ zwischen zwei kahlen, nur von der niedrigen Steppenflora bedeckten Höhenzügen. Das Tal ist oben eng und stark eingetieft; nach unten erweitert und verflacht es sich. Angebaut wird fast ausschließlich eine bestimmte Sorte, die aber keine Lokalsorte ist, sondern aus Amasya stammt, einer Gegend dicht südlich der Bergkette, welche die zentralanatolische Hochfläche von dem Küstengebiet des Schwarzen Meeres trennt, und damit aus einem Klima, das den Übergang vom Steppen- zum feuchten Küstenklima bildet.

Im oberen Teil dieses Tales wurde der „Amasya"-Apfel seit Jahrzehnten mit bestem Erfolg angebaut. Bei ausreichender Bewässerung und Düngung waren die Bäume ertragreich. Wegen des guten Verdienstes, den der Apfelbau abwarf, war er allmählich auf den unteren Teil des Tales ausgedehnt worden. Doch wurde dort über Krankheiten der Bäume geklagt: Chlorose, Verkahlen der Zweige, Spitzendürre, abnorme Kleinblättrigkeit und schließlich Eingehen der Bäume (Abb. 1). Bei Begehungen des Tales fiel auf, daß im oberen Teil die Wildflora überwiegend mesophytischen Charakter hatte, während nach


Abb. 1. Chlorotischer Apfelbaum mit verkahlenden Zweigen. Niğde (Anatolien).

unten hin Elemente des xerophytischen Typs (s. o.) immer mehr zunahmen. Offenbar hatte die Ausweitung des Anbaues den Apfelbaum zu stark unter den Einfluß des Steppenklimas und damit an nicht „apfelfähige" Standorte gebracht.

Sehr schädlich war dem Apfelbaum die dort übliche sehr starke Bewässerung bei trockener Luft. Man hatte verständlicherweise das Bestreben, Vertrocknen der Bäume zu verhindern und hatte dafür reichlich Wasser aus dem das Tal durchströmenden Bach zur Verfügung. Das führte in den meisten Fällen zur Chlorose (s. o.) mit ihren Folgeerscheinungen. Besonders fiel das dort auf, wo Dränage fehlte oder nicht funktionierte. Bezeichnenderweise waren die Apfelbäume dort am gesündesten, wo die Gärten waldartig dicht zusammengewachsen waren (Abb. 2), mit starkem Unterwuchs von Kräutern. Der Versuch „moderne", d. h. mitteleuropäische Kulturmethoden anzuwenden,


Abb. 2. Gesunder Apfelgarten bei Niğde (Anatolien).

also die Bäume durch Schnitt zu formieren, „Licht und Luft" einzuführen, und den Boden „sauber" zu halten, führt dort zum schnellen Erliegen der Bäume, die offenbar zu stark unter den Einfluß von Lufttrockenheit und Sonnenstrahlung geraten. Dazu kommen in solchem Falle vermehrte Engerlingsschäden: Der „Engerling" ist dort die Larve des größeren Maikäferverwandten *Polyphylla fullo* L. Sie ist ohne weiteres fähig, mehr als fingerdicke Baumwurzeln durchzunagen, und wo sie in größeren Mengen auftritt, ist der Baumbestand bald vernichtet. Durch waldartigen Zusammenschluß der Kronen wird den legereifen Weibchen des Käfers anscheinend der Anflug erschwert; in derartigen Gärten waren weniger Engerlinge zu finden. Gute Wirkung auf den Stand der Bäume hatte auch die dort beliebte Unterkultur von Luzerne oder von Weinreben. Offenbar holen diese beiden Pflanzenarten mit ihrem starken, tiefgehenden Wurzelsystem überschüssiges Wasser aus dem Boden, geben es in Dampfform an die Luft ab und führen so einen Ausgleich zwischen Boden- und Luftfeuchtigkeit herbei. Gewöhnlich waren auch die aus Konjunkturgründen beliebten Apfel-Monokulturen viel weniger gesund als Bestände, die mit den besser angepaßten und darum die Apfelbäume überragenden und schattierenden Birn- und Aprikosenbäumen durchsetzt waren.



Abb. 3. *Cytospora*-Fruktifikation an eingehendem Apfelbaum bei hohem Grundwasserstand. Niğde (Anatolien).



Abb. 4. Geplatzte Feigenfrüchte am Baum. Bei Izmir (Anatolien).

Bewässerung hat an sich in den warmen Sommern von Anatolien unter sonst günstigen Bedingungen sehr schnelles Wachstum der Apfelbäume zur Folge: 12–14jährige Bäume haben die Größe von 20 bis 30jährigen des kühlgemäßigten Klimas. Doch führt die Unsitte, bei reichlich vorhandenem Wasser, die Bäume auch bis in den Herbst hinein zu bewässern, im Kontinentalklima mit seinen kalten Wintern leicht zu schweren Winterfrostschäden, die sich im Frühjahr bemerkbar machen: Absterben von Ästen und Zweigen unter Kambiumbräunung, Gärungsgeruch und Befall mit *Cytospora* spec. (Abb. 3), Auf-

platzen der Stammrinde bei verspätetem Trieb. Dasselbe war der Fall bei hohem Grundwasserstand (1 m).

Alle derartigen Schäden treten in grob strukturiertem, kalkarmem Boden weniger auf als in tonigen Böden mit hohem Kalkgehalt.

c) Feigenkrankheiten. Der Feigenbaum ist an warm-trockenes Klima angepaßt. Sein Vorkommen beschränkt sich in Anatolien auf das Mittelmeerklima. Dort, wo es in das Kontinentalklima der Hochfläche übergeht, hört sein Anbau auf; die Winter werden ihm zu kalt.

Innerhalb seines eigentlichen Anbaugebietes hat er hauptsächlich unter 2 Schäden zu leiden, die beide unmittelbar oder mittelbar mit dem Faktor Feuchtigkeit zusammenhängen: der Fruchtfäule und der Wurzelfäule.

Das Problem der Feigenfruchtfäule ist von Schwarz und Vasfi (1933) geklärt worden. Die eigenen Beobachtungen haben diese Klärung bestätigt: Die Feige ist eine offene Scheinfrucht, die im überreifen Zustande getrocknet wird. Natürliche Trocknung wird dadurch möglich, daß es in den in Frage kommenden Gegenden im Sommer normalerweise nicht regnet. Bei der Feigentrocknung kommt es darauf an, ob die Konzentration des in der Frucht vorhandenen Zuckers so schnell zunimmt, daß die in ihr vorhandenen Mikroorganismen durch Hypertonie ihrer Umgebung an der Vermehrung gehindert werden oder nicht. Die natürliche Trocknung wird durch trockene Landwinde beschleunigt, durch feuchte Seewinde verlangsamt. Das Überwiegen der einen oder der anderen Windrichtung entscheidet über den Anteil fauler Früchte an der Ernte der Trockenfeigen.



Abb. 5. Wurzelfauler Feigenbaum. Bei Aydin (Anatolien).

Wo die Luftfeuchtigkeit noch höher wird, wie in der Nähe der Küste, kommt es auch häufig zum Platzen der Früchte an den Bäumen (Abb. 4).

In Anlehnung an vorhergegangene Untersuchungen von Davey und Smith (1933) haben wir (Bremer und Işmen 1942) festgestellt, daß schon in der völlig geschlossenen unreifen Feigenfrucht 1–2 Monate vor der Ernte Bakterien und *Fusarium*-Pilze vorhanden sind, die offenbar durch die zur Eiablage eindringende Feigengallwespe *Blastophaga grossorum* eingeschleppt werden, und daß später mit der Öffnung des Frucht- „Auges“ Hefen, *Aspergillus*-Arten und ausgesprochene Saprophyten in der Frucht in zunehmender Menge zu finden sind.

Die epidemische Feigenwurzelfäule (Abb. 5) ist im Mittelmeergebiet eine mittelbare Folge des Trockenklimas. Die als Folge davon geübte übermäßige Bewässerung im Frühjahr, aber auch die Überschwemmung durch winterliche Fluten, die von den entwaldeten und infolge des Trockenklimas nicht wieder bewaldeten, verkarsteten Bergen herabstürzen und die Gärten mit abgesetzter Erde überziehen, führen zu Verschlämmung des Bodens, in welcher der Wurzelschimmel-Pilz *Rosellinia necatrix* ausgezeichnet gedeiht. Hat er einmal Fuß gefaßt (Abb. 6), so vermag er sich auch als aktiver Parasit von Baum zu Baum auszubreiten (Bremer und Özkan 1952).

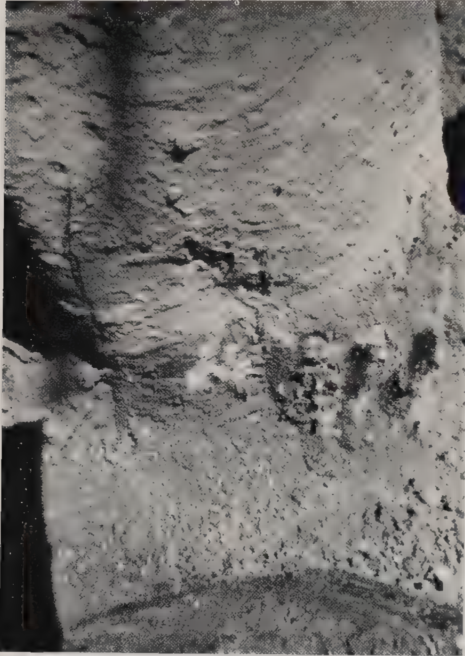


Abb. 6. Befall von *Rosellinia necatrix* an der Wurzelkrone eines Feigenbaumes. Bei Aydin (Anatolien).

7. Die Parasiten der Obstbäume im Trockenklima.

Wenn hier von Obstbaumparasiten des Trockenklimas die Rede ist, so sind diejenigen gemeint, die wir speziell im anatolischen Trockenklima beobachtet haben. Vielleicht haben diese Beobachtungen doch der Art des Auftretens nach eine allgemeinere Bedeutung, wenn in anderen Trockengebieten auch andere Parasitenarten die Stelle der hier angeführten vertreten werden.

Im allgemeinsten unterscheiden sich die Insektenarten, die an Obstbäumen eine wirtschaftliche Rolle spielen, mit wenigen Ausnahmen dort nicht allzusehr von denen des feucht-gemäßigten Klimas. Im Trockenklima spielen allgemein die tierischen Schädlinge eine größere Rolle als im feuchten, und man sieht dort als alljährlich häufige Erscheinung, was hier besonders in trockeneren Jahren hervortritt. Auch bei den Pilzparasiten sind es im wesentlichen dieselben Arten, die hier wie dort auftreten; hervortretend sind hier allerdings andere Arten als dort.

Unter den polyphagen Obstbaumschädlingen ist *Aporia crataegi* L. von auffallend regelmäßiger Häufigkeit. Während der Baumweißling in Mitteleuropa nach Einzeljahren der Massenvermehrung jahrelang fast vollkommen verschwinden kann, so daß er für diese Art der Massenvermehrung geradezu als Typ gewählt werden konnte (Bremer 1928), ist er in Anatolien ein Vertreter des ausgeglichenen Massenwechseltyps. Sehr häufig ist auch *Euproctis chrysorrhoea* L. und *Episema caeruleocephala* L. Von dem „Engerling" des Maikäferverwandten *Polyphylla fullo* L. war schon oben die Rede; er ist ein sehr polyphager Schädling.

An Äpfeln ist *Carpocapsa pomonella* L. überall häufig, *Hyponomeuta malinellus* Zell. fast alljährlich so sehr, daß die Gespinstmotte der Bekämpfung von

Staats wegen gewürdigt wird; auch *Eriosoma lanigerum* Hausm. ist Allgemeinschädling an Äpfeln. An Birnen sind die blattsaugende Wanze *Stephanitis pyri* F., der Blattsauger *Psylla pyricola* Först. und in der Frucht die Larve des Rüsselkäfers *Rhynchites schilskyi* Voss (nach Bodenheimer) auffallend häufig. Von Käfern fallen sonst noch besonders holzbohrende Arten auf: Scolytiden im Stamm verschiedener Obstarten, *Cerambyx*- und *Capnodis*-Arten vornehmlich in Steinobstbäumen. *Anthonomus pomorum* L. ist an Äpfeln und Birnen verbreitet. An Pfirsichen ist noch sehr häufig die im Innern der jungen Triebe lebende Raupe des Schmetterlings *Anarsia lineatella* Zell., in Apfelblättern die Minierraupe von *Cerotoma scitella* Zell.

Im Überblick gewinnt man den Eindruck, daß abgesehen von den im Frühjahr aktiven Arten besonders solche hervortreten, die im Boden, im Innern des Gewebes, an der Unterseite der Blätter oder in Blattrollen oder in Gespinsten leben.

Von den Erregern von Pilz- und Bakterienkrankheiten der Obstbäume ist in Anatolien *Agrobacterium tumefaciens* (Smith und Towns.) Conn. sehr verbreitet; doch sind die dadurch entstehenden Schäden sehr unterschiedlich: Es scheint, daß der Wurzelkropf im Steppenklima sich viel schädlicher auswirkt als im Küstenklima. Jedenfalls wurden dort daran völlig eingehende Bestände gesehen, hier nie.

Der im Feuchtklima so gefürchtete Apfelschorf [*Venturia inaequalis* (Cooke) Aderh.] tritt im eigentlichen Trockenklima nur dort schädlich auf, wo Feuchtklima-Inseln vorhanden sind, wie in den wasserdurchflossenen Bergtälern. Auch in den Küstengebieten spielt er eine Rolle. Die Konidien des Pilzes halten zwar, wie wir feststellen konnten, lange Zeit Trockenheit aus, keimen aber nur unter ausgesprochen feuchten Bedingungen. Apfelmehltau [*Podosphaera leucotricha* (Ell. und Ev.) Salm.] wurde nur selten und vereinzelt beobachtet. Für Birnenschorf (*Venturia pirina* Aderh.) gilt dasselbe wie für Apfelschorf. Das auffallend häufige Auftreten von *Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) Wint. an Birnen hängt nicht mit dem Trockencharakter des Klimas in Anatolien zusammen, sondern mit der bergigen Natur des Landes (Bremer 1951).

An den Steinobstbäumen beschränkt sich das Vorkommen des Schrotschußkrankheitserregers *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh. auf die feuchten Frühjahrsmonate oder die feuchten Küstengebiete, dort in stark schädlicher Form auch nur auf sehr feuchte Kleinklimainseln. Die „Monilien" *Sclerotinia fructigena* Schroet. und *S. laxa* Aderh. und Ruhl. dürften von der Feuchtigkeit schon weniger abhängig sein und sind verbreitet. Im Mittelmeerklima auffallend häufig ist der Steinobst-Rost *Puccinia pruni-spinosae* Pers. sowie an Pflaumenbäumen *Taphrina pruni* (Fuck.) Tul., an Pfirsichen *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. *Polystigma rubrum* (Pers.) D. C. ist an Pflaumenbäumen überall sehr verbreitet, und scheint an Trockenklima angepaßt zu sein. Der Befall beginnt gewöhnlich an den Blättern von Wasserschossen, geht von da auf den ganzen Baum über und führt im Hochsommer und Frühherbst oft zu vorzeitiger Entblätterung der Bäume.

8. Entlaubungsform der Obstbäume unter der Wirkung laubschädigender Wetterfaktoren.

Es ist schon früher (Bremer 1955) darauf aufmerksam gemacht worden, daß Abweichungen von der normalen autonomen Entlaubungsform nach dem relativen Alter der Blätter vom Innern der Krone her („Innenentlaubung")

im Herbst bei einem Baum auf von außen kommende schädliche Einflüsse hinweisen können. Es kommt dann gewöhnlich zu einem Beginn des Laubfalles von der Peripherie der Krone her („Außenentlaubung"). Hier mögen noch einige Beobachtungen dafür von Obstbäumen im Trockenklima angeführt werden.

Es war (l. c.) gesagt worden, daß einige Baumarten, z. B. Apfelbäume die autonome Innenentlaubung auch unter der Wirkung verschiedener Außeneinflüsse recht konstant einhalten, während die meisten Baumarten sich dann „plastisch" verhalten und je nach dem Grad der Beeinflussung von außen die eine oder andere Form der Entlaubung stärker in Erscheinung treten lassen. Der Obstversuchsgarten des Zentralinstituts für Pflanzenschutz in Ankara grenzte im Osten an eine Allee mit hohen, Schatten und Windschutz spendenden Ulmen und Robinien, im Westen an das offene Feld in Steppenlage. Im Herbst 1948, der eine starke Frühfrostperiode brachte, begannen die im westlichen Teil des Gartens stehenden Süß- und Sauerkirschbäume größtenteils sich von außen her zu entlauben, während die östlichen, geschützter stehenden meist vom Innern der Krone her das Laub zuerst verloren. Im folgenden Herbst, bei mehr allmählicher Abkühlung, war dieser Unterschied nicht so deutlich.

Auch Birn- und Aprikosenbäume neigten in offener Steppenlage allgemein unter dem Einfluß laubschädigender Einwirkungen mehr zum peripheren Entlaubungsbeginn als in besser geschützten Gärten.

Zusammenfassung.

1. Von unseren Obstarten zeigten sich Aprikosen, Birnen und Sauerkirschen relativ am besten an Trockenklima (Türkei) angepaßt

2. Im Sommer des Trockenklimas sind die Spaltöffnungen der Obstbaumblätter schon von den späten Vormittagsstunden an geschlossen. Eine Ausnahme macht der Birnbaum.

3. Äußere Symptome der Wirkung starker Dürre sind je nach der Obstart Anthocyanose, Sommerlaubfall, Blattrollung an einjährigen Trieben, Bronzeschimmer infolge Epidermisschädigung, Sonnenbrand, Kleinbleiben und Vergilben der Blätter.

4. Obstsämlinge gehen im Trockenklima zugrunde, wenn sie nicht vor Beginn des Sommers mit den Wurzeln die dauernd feuchte Bodenschicht erreichen.

5. Häufige Kulturfehler im Trockenklima sind zu starke Bewässerung mit „Bewässerungskrankheiten", zu späte Bewässerung mit Frostschäden und zu tiefe Pflanzung mit Stammgrundfäulen als Folge.

6. Bewässerung in trockener Luft führt bei den meisten Obstbaumarten leicht zur Chlorose.

7. Das apoplektische Aprikosensterben ist eine Folge verschiedener schädlicher Einflüsse, häufig wohl von Überbeanspruchung natürlicher Dürreresistenz, als Massenerscheinung an Trockenklima gebunden.

8. Schäden an Apfelbäumen werden von einer Stelle beschrieben, wo der Anbau von einer feuchteren Klimainsel in trockeneres Gebiet übergreift. Waldartig dichter Bestand und Unterkultur stark wurzelnder Pflanzen sind dort dem Apfelbaum zuträglich.

9. Beim Feigenbaum ist Fruchtfäule eine Folge unzeitiger Luftfeuchtigkeit, die epidemische Wurzelfäule wird als mittelbare Folge des Trockenklimas beschrieben.

10. Die für das Trockenklima Anatoliens typischen parasitären Beschädigungen und Erkrankungen der Obstbäume werden aufgezählt.

11. Laubschädigenden Außenfaktoren stark ausgesetzte Obstbäume ändern den normalen Entlaubungstyp im Herbst ab, je nach der Art verschieden stark.

Summary.

Observations on the pathology of fruit trees in an arid climate.

1. Apricot, pear and sour cherry are stated to be the relatively best adapted to an arid climate of our fruit tree species.

2. In an arid climate the stomata of the leaves of fruit trees with the exception of those of the pear are closed from the late forenoon hours on in the summer.

3. Outward symptoms of the effect of heavy drought differ with the fruit tree species: anthocyanosis, summerly fall of leaves, leaf-curling in the one-year-old shoots, bronzing as the result of epidermis injury, sunscald, dwarfing and yellowing of leaves.

4. Fruit tree seedlings perish in an arid climate if their roots do not reach the everlastingly moist layer of the soil before summer.

5. Frequently made faults in the cultivation of fruit trees in an arid climate are: too strong irrigation causing „irrigation diseases“, too late irrigation inducing frost injury, and too deep planting which causes crown-rots.

6. Irrigation in dry air tends to induce chlorosis in most fruit tree species.

7. In apricots apoplexy is primarily caused by different harmful factors, in many cases supposedly by overstraining their natural drought resistance. As a mass phenomenon it is always connected with dry climate.

8. Apple tree diseases are described occurring in a place where apple cultivation passed the borders of a humid-climate island. In an arid climate forest-like planting of trees and undercultures consisting of strong and deep rooted plants are advantageous to the apple tree.

9. In the fig tree fruit-rotting is caused by ill-timed humidity of the air, the epidemic root-rot disease is described as an indirect consequence of arid climate.

10. The pests and diseases of fruit trees typical of the arid climate of Anatolia are enumerated.

11. Fruit trees strongly exposed to external factors injurious to the leaves tend to alter the normal defoliation type in autumn more or less according to the different species.

Literatur.

1. Arnaud, G. und M.: Traité de Pathologie Végétale. Paris 1931.
2. Birand, H. A.: Untersuchungen zur Wasserökologie der Steppenpflanzen bei Ankara. — Jb. wiss. Bot. **87**, 93–172, 1938.
3. Bremer, H.: Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. — Z. ang. Entom. **14**, 254–272, 1928.
4. — — Beobachtungen an Holzgewächsen im Steppenklima von Ankara. — Rev. fac. sci. Univ. Istanbul **B. 12**, 9–34, 1947.
5. — — Zur Epidemiologie des Gitterrostes an den Birnbäumen in der Türkei. Sydowia **5**, 13-22, 1951.
6. — — Der Laubfall der Bäume in seinen Beziehungen zu Standort und Konstitution. — Gartenbauwissenschaft **1** (**19**) 402–409, 1955.
7. Bremer, H. und Ismen, H.: Meyve çürüklüğü amili incirin içine nasîl giriyor? Ziraat Dergisi No. 10, 109–112, 1942.
8. Bremer, H. und Özkan, M.: Problèmes ayant trait à la pathologie des plantes agraires cultivées en Turquie, posés par la nature même du pays. — Path. Gén. No. 640, 463–471, 1952.
9. Çölaşan, U. E.: Türkiye Iklim Rehberi. Ankara, 264 S., 1946.
10. Davey, A.E. und Smith, R. E.: The epidemiology of fig spoilage. — Hilgardia **7**, 523–550, 1933.
11. Gassner, G.: Untersuchungen über das Citrus-Sterben von Dörtyol oder die Gelbnervigkeit der Citrusbäume. — Phytopath. Z. **13**, 97–125, 1940.
12. Gäumann, E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel, 611 S., 1946.
13. Gäumann, E. und Naef-Roth, St.: Über die unterschiedliche biologische Wertigkeit junger Gewebe von verschieden alten Pflanzen. — Phytopath. Z. **17**, 233–239, 1950.

14. Hilkenbäumer, F.: Obstbau. 3. Aufl. Berlin und Hamburg, 1953.
15. Huber, B.: Die physiologische Bedeutung der Ring- und Zerstreutporigkeit. — Ber. D. Bot. Ges. **53**, 711–719, 1935.
16. Kemp, H. K. und Beare, J. A.: Lime-induced chlorosis of fruit trees. — J. Dep. Agr. South Australia **48**, 526–529, 1945; Ref. in Rev. appl. Mycol. **25**, 1, 1946.
17. Kostytschew, S.: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Band 2., Berlin 1931.
18. Krause, K.: Flora von Ankara. 2. Aufl., 207 S., Ankara, 1937.
19. Loehwing, W. F.: Effects of insolation and soil characteristics on tissue fluid reaction in wheat. — Plant Physiol. **5**, 293–305, 1930.
20. Magistad, O. C.: Plant growth relations on saline and alkali soils. — Bot. Rev. **11**, 181–230, 1945.
21. Sarejanni, J. A.: L'apoplexie des arbres fruitiers des environs d'Athènes. — Ann. Inst. Phytopath. Bénaki **1**, 45–50, 1935.
22. Sarejanni, J. A.: La pourriture du collet des Solanacées cultivées et la classification du genre *Phytophthora*. — Ann. Inst. Phytopath. Bénaki **2**, 35 bis 52, 1936.
23. Schander, H.: Gedanken über Unterschiede und Übereinstimmungen der Chloroseerscheinungen an den Lupinen und Holzgewächsen. — Gartenbauwissenschaft **17**, 304–309, 1943.
24. Schwarz, O. und Vasfi, A.: Beiträge zur Pathologie der Feige, *Ficus carica* L. I. Das Fruchtfäuleproblem in Kleinasien. — Phytopath. Z. **6**, 589–618, 1933.
25. Wallace, A. und North, C. P.: Lime-induced chlorosis. — Calif. Agric. 7, No. 8, 10, 1953.
26. Wartenberg, H.: Über die Ursachen der Chlorose bei Pflanzen. — Wiss. Ztschr. Univ. Halle-Wittenberg **3**, 99—100, 1953/54.
Wo ein Referat angegeben ist, wurde nur dieses eingesehen.

Über das Vorkommen von Molybdänmangel bei Blumenkohl in Westdeutschland und seine Verhütung

Von E. Brandenburg und C. Buhl.

Institut für Phytopathologie der Justus-Liebig-Hochschule Gießen.
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut Kiel Kitzeberg.

Mit 8 Abbildungen.

Die Zahl der wirtschaftlich wichtigen Spurenelement-Mangelkrankheiten hat im Laufe der letzten Jahrzehnte erheblich zugenommen. Am Anfang der Reihe stand zunächst nur der Manganmangel, dann folgten Kupfer, Bor und schließlich Zink. Zu diesen für die Phytopathologie wichtigsten Mangelkrankheiten sind in den letzten Jahren als neueste die Erscheinungen des Molybdänmangels getreten.

Die biologische Bedeutung des Molybdäns wurde zuerst in der Mikrobiologie erkannt, als Bortels 1930 (3) seine Rolle bei der Stickstoffbindung von *Azotobakter chroococcum* nachwies. In N-freien Nährlösungen erfolgte bei Zusatz von Molybdän eine starke Wachstumsförderung, die Bortels mit einer durch Molybdän katalysierten erhöhten Stickstoffbindung erklärt. Wenige Jahre später wies Steinberg (20) die Notwendigkeit von Molybdän für das Wachstum von *Aspergillus niger* nach. Er fand, daß *A. niger* bei Ernährung mit Nitraten einen größeren Mo-Bedarf aufweist als bei Versorgung mit Ammonsalzen und schließt hieraus auf eine katalytische Wirkung des Molybdäns bei der Nitratreduktion. Diese Befunde wurden von Mulder (15) bestätigt, der außerdem eine starke Förderung der N-Bindung durch Molybdän in den Knöllchen von Erbsen in

Wasserkulturen feststellte, die Bortels (4) bereits früher auf natürlichen Böden beobachtet hatte.

1939 brachten Arnon und Stout (2) in Berkeley erstmals den Nachweis, daß das Molybdän auch für die normale Entwicklung der höheren Pflanzen notwendig ist. Tomaten in Wasserkulturen zeigten charakteristische Mangelsymptome in Form einer Aufhellung und Rollung der Blätter und spätere Nekrosen an den Blatträndern und Abfall der Blüten, während die Entwicklung mit 10 γ Mo je Liter Nährlösung normal verlief. Später folgte der Nachweis der Unentbehrlichkeit des Molybdäns auch für andere grünen Pflanzen: Hafer, Piper (18); Salat, Warrington (24); Blumenkohl, Waring, Shirlew und Wilson (23); sowie Hewitt und Jones, die außerdem ausgedehnte Versuche in Sandkulturen mit Tomaten. Wirsingkohl und Senf ausführten; Pflaumen. Hoagland (13); Citrus, Vanselow und Datta (21).

Von besonderem Interesse sind Nachrichten über das Vorkommen von Molybdänmangel auf natürlichen Böden,das 1945 erstmalig von Mitchell (14) und Davis (9) in New Zealand und Waring, Shirlew und Wilson (23) in Australien festgestellt wurde. Eine unter der Bezeichnung „whiptail" bekannte Krankheit an Blumenkohl wurde dort als Molybdänmangelerscheinung erkannt. An Tomaten und Salat wurde von Walker (22) in den USA. auf Serpentinböden ebenfalls Molybdänmangel beobachtet, während Anderson u. Mitarb. (1) vor allem auf natürlichem Weideland in Australien eine starke Förderung der Leguminosen durch Düngung mit Molybdän erzielten. Evans, Purvis und Bear (10) konnten ähnliche Ergebnisse auch in New Jersey an Luzerne feststellen und bestätigen, daß die Bodenreaktion der Hauptfaktor ist, welcher die Molybdänt aufnahme der Pflanzen steuert, d. h. im sauren Bereich ist das Molybdän fas- unaufnehmbar und wird nach Kalkung bis nahe an den Neutralpunkt weitgehend aufnehmbar gemacht. Diese Erfahrung wurde bereits früher von Waring, Shirlew und Wilson in Australien auch an Blumenkohl gemacht- In schneller Folge wurde das Vorkommen von Molybdänmangel an Blumen. kohl in verschiedenen weiteren Gebieten festgestellt: in England durch Plant (19); in den Niederlanden durch Wiebosch, van Koot und van't Sand (25) und in Schweden-Norwegen durch Frøystadt (11) und Ødelin (17).

Den Ausgangspunkt der nachstehenden eigenen Untersuchungen über das Vorkommen von Molybdänmangel an Blumenkohl in Westdeutschland bildeten ungeklärte Krankheitserscheinungen, die von Buhl (7) seit 1949 in dem Holsteinischen Blumenkohlgebiet von Dithmarschen und Glückstadt und anschließend auch im Rheinland beobachtet wurden. Es handelte sich dabei um Schäden an den Herzblättern, bei denen neben vollkommener Herzlosigkeit eine Deformation der Herzblätter mit einer mehr oder weniger starken Reduktion der Blattspreite gepaart ging. Vorwiegend zeigten sich diese Verbildungen der Herzblätter im Holsteiner Gebiet an Frühblumenkohl und hatten dort vielfach nur den Charakter einer vorübergehenden Wachstumsstockung bald nach dem Auspflanzen mit nachfolgender Gesundung, so daß zunächst an Kälteeinwirkungen als mögliche Ursache gedacht wurde. In vielen Fällen wurden diese Mißbildungen von den Praktikern bisher im wesentlichen auf die Schädigung der Kohldrehherzmücke (*Contarinia nasturtii* Kieff.) zurückgeführt, die jedoch außer Betracht gelassen werden konnte. Durch Einbeziehung von einigen extremen Krankheitsfällen aus dem Gebiet von Frankfurt und Nienburg/Weser, auf die uns die zuständigen Pflanzenschutzämter aufmerksam machten, konnte diese Krankheitserscheinung dann durch umfangreiche Untersuchungen in den Jahren 1952/54 als Molybdänmangel identifiziert werden. Hierbei konnten

zahlreiche Beobachtungen über die Art des Auftretens und die Verbreitung dieser neuesten Mangelkrankheit gemacht, sowie Erfahrungen über die Wirkung der Molybdänanwendung gesammelt werden, über die hier berichtet werden soll. Kurze Hinweise für die Praxis wurden bereits von Brandenburg (5, 6) und Buhl (8) an anderer Stelle gegeben.

1. Krankheitssymptome.

Die Symptome des Molybdänmangels bestehen in einer charakteristischen Mißbildung der Herzblätter, nachdem sich die äußeren Blätter in der ersten Zeit nach dem Pflanzen auf dem Feld normal entwickelt haben. Sie bleiben in der Entwicklung stehen, sind in typischer Weise übereinander verkrümmt und zeigen vor allem eine unvollkommene Entwicklung oder ein gänzliches Fehlen

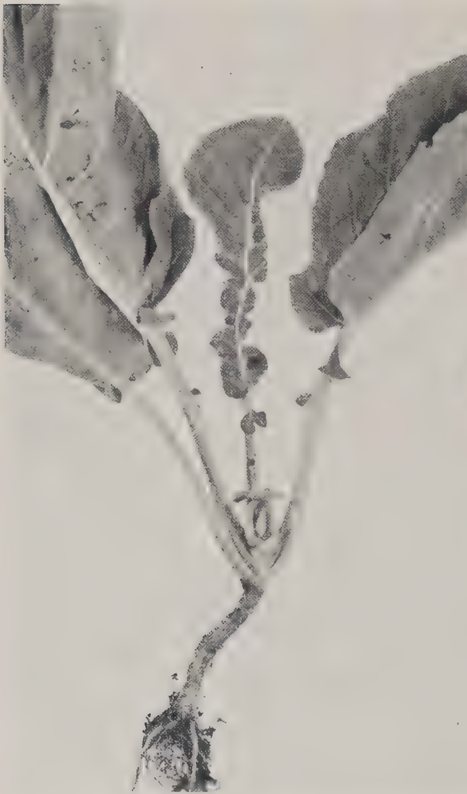


Abb. 1. Beginn des Molybdänmangels an Blumenkohl („Klemmherz“-Stadium).

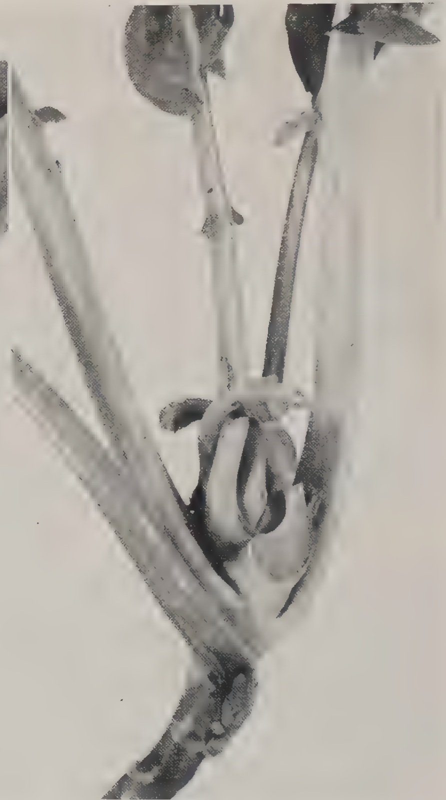


Abb. 2. Herzblätter von Blumenkohl mit typischen Verkrümmungen infolge Molybdänmangel.

der Blattspreite, so daß oft nur die Mittelrippe vorhanden ist (Abb. 1 u. 2). Der nach Wiebosch, van Koot und van't Sand (25) in den Niederlanden gebräuchliche Ausdruck „Klemmherz“ kennzeichnet dieses Stadium sehr treffend. Vielfach ist hiermit eine stärkere Gelb- bzw. leichtere Rotviolettfärbung der verkrümmten Blattspreiten verbunden. In manchen Fällen lassen die älteren Blätter zuvor oder gleichzeitig eine Aufhellung des Blattgrüns zwischen den

Nebennerven erkennen, so daß die Pflanzen im ganzen heller erscheinen. In extremen Fällen können die jüngsten Blattanlagen vollkommen zerstört sein; solche Pflanzen sind „herzlos" mit einzelnen vertrockneten Resten am Vegetationspunkt, der später oft zu einer vernarbten Platte mit einzelnen Höckern verwächst. Ein vollkommenes Absterben der Blattanlagen erfolgt offenbar nur im allerersten Stadium der Entwicklung am Vegetationspunkt. Wenn die Entwicklung der Herzblätter nicht restlos unterbunden ist, leidet vor allem die Ausbildung der Blattspreite, während Blattstiele und Mittelrippen sich meistens nach der anfänglichen Verkrümmung strecken und noch weiter wachsen. Infolge dieser frühen Entwicklungschäden fehlt ihnen die Blattspreite fast gänzlich, oder ihre Reste an der Mittelrippe sind unregelmäßig ausgebildet und gekräuselt (Abb. 3). Es entsteht das in der angelsächsischen Literatur mit „Whiptail" bezeichnete typische Bild des extremen Molybdänmangels (Abb. 4). Vielfach können diese Rudimente der Blattspreiten später noch ein gewisses



Abb. 3. Blumenkohlblätter mit reduzierten Blattspreiten infolge Molybdänmangel.

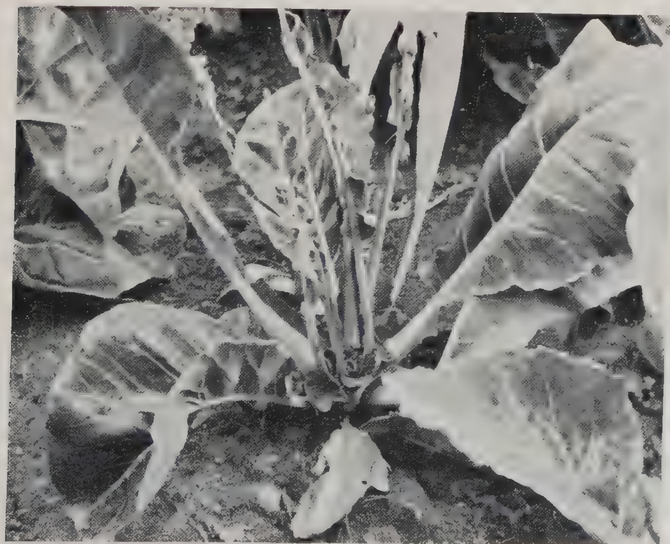


Abb. 4. Fortgeschrittenes Stadium von Molybdänmangel bei Blumenkohl: Vegetationspunkt abgestorben, nächst ältere Blätter mit starker Reduktion der Blattspreiten.



Abb. 5. Leichter Molybdänmangel an den inneren Blättern; die Blume ist von Blättern durchsetzt.

Flächenwachstum entfalten, so daß solche Blätter zur Zeit der Ernte breiter erscheinen als Wochen vorher.

In leichteren Fällen ist die Blattfläche oft nur an den Rändern reduziert und unregelmäßig ausgebildet, und es kommt noch zur Entstehung eines kleinen lockeren Blumenkohls (Abb. 5 u. 6). Bei Eintritt des Mangels im späteren Entwicklungsstadium der Pflanzen zeigen oft nur die jüngeren Blätter leichtere Deformationen. Auf dem Feld findet man zur Zeit der Schnittreife alle Krankheitsstadien nebeneinander, angefangen von ganz klein gebliebenen herzlosen Pflanzen bis zu leicht geschädigten Exemplaren fast normaler Größe. Typisch ist aber in allen Fällen eine stärkere oder leichtere Reduktion der Blattspreite an einer größeren oder geringeren Anzahl von Blättern. Die Stellung der miß-



Abb. 6. Endstadium eines leichteren Molybdänmangels: Es ist noch die Bildung einer geteilten, von Blättern durchsetzten Blume erfolgt.

bildeten Blätter in der Blattrosette liefert einen Hinweis dafür, zu welchem Zeitpunkt der Wachstumsperiode ein stärkerer Mangel vorgelegen hat, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Schädigung bereits bei der ersten Differenzierung am Vegetationspunkt erfolgt, aber erst später sichtbar wird.

Von diesen Symptomen des Molybdänmangels muß eine Form von Herzlosigkeit unterschieden werden, die vereinzelt in vielen Beständen, gelegentlich auch gehäufter auftreten kann. Es handelt sich hier um eine vollkommene Herzlosigkeit, bei der keine Rückbildung oder kein Absterben ursprünglich entwickelter Herzblätter erfolgt, sondern bei der schon anlagemäßig der Herztrieb ganz früh taub wird. Anstelle des Herztriebes findet sich eine glatte Platte oder ein einziges, oft kräftig entwickeltes Blatt, dessen Spreiten zu einem Kelch zusammengewachsen sind. Vielfach können die Blattspreiten auch fehlen, so



Abb. 7. Gesundete Blumenkohlpflanze mit normalen jüngeren Blättern und Blume; die 4 älteren Blätter lassen die Reduktion der Blattspreiten noch erkennen. Die Anwendung des Molybdäns erfolgte im ersten „Klemmherz"-Stadium.

daß statt des Herztriebes ein unterschiedlich langer, fadenähnlicher Blattstiel aus der Mitte der Pflanzen herausragt. Solche Exemplare finden sich häufiger bei Anzuchten im Winter und Frühjahrspflanzungen und sind vielfach schon beim Aussetzen zu erkennen, so daß sie leicht ausgemerzt werden können. Die Bedeutung dieser Schäden, die man in Übereinstimmung mit Wiebosch, van Koot und van't Sand als „gewöhnliche Herzlosigkeit" bezeichnen könnte, ist im Gegensatz zu den Erscheinungen des Molybdänmangels gering.

2. Auftreten des Molybdänmangels.

Nach den Untersuchungen der letzten Jahre sind diese Erscheinungen des Molybdänmangels in den westdeutschen Blumenkohl-Anbaugebieten ziemlich verbreitet und haben häufig totale Mißernten zur Folge. Es kann sich dabei um ganz verschiedene Bodenarten handeln: leichte Humussandböden (Niedersachsen) sowie gute Lehm- und Lößböden (Wesergebiet, Frankfurt-Wiesbaden-Lahntal), Elbmarschböden (Vierlanden bei Hamburg und Glückstadt) und

Marschböden (Dithmarschen). Die beigefügte Karte ergibt eine Übersicht über die Stellen, an denen die Krankheit bisher festgestellt wurde (Abb. 8). Eine engere Beziehung zu bestimmten Bodenarten ließ sich bisher nicht erkennen. In allen Fällen mit stärkeren Schäden handelte es sich jedoch stets um saure bis leichtsaure Böden mit p_H-Werten bis zu 6,2–6,5. In vergleichenden Untersuchungen von Bodenproben ergab sich stets eine Verstärkung des Krankheitsgrades mit zunehmender H-Ionen-Konzentration, entsprechend der geringeren Löslichkeit des Molybdats im sauren Bereich. Dieses gegensätzliche Verhalten im Vergleich zu Mangan und Bor wurde bereits von verschiedenen Untersuchern festgestellt und konnte hier bestätigt werden.



Abb. 8. Vorkommen von Molybdänmangel an Blumenkohl in Westdeutschland nach den Feststellungen der Jahre 1952–1954, jedes Kreuz (×) bedeutet das einwandfreie Vorkommen der Krankheit in größerem Umfange.

Bei der Beurteilung des Auftretens der Molybdänmangelerscheinungen bei Blumenkohl auf dem Felde muß jedoch stets berücksichtigt werden, daß es sich nicht immer um eine unzureichende Versorgung des jeweiligen Bodens zu handeln braucht. Vielfach kann bereits in der Anzucht eine unzureichende Versorgung vorliegen, zumal die hierfür verwandte Erde bei reichlicher Verwendung

von Torf stets eine mehr oder weniger saure Reaktion aufzuweisen pflegt. Dieser Mangel wirkt sich in einer Schädigung der Blattanlagen am Vegetationspunkt aus, wird jedoch erst deutlich sichtbar, wenn diese Blattanlagen später nach der Auspflanzung sich weiter entwickeln, und ist dann an der Reduktion der Blattspreiten kenntlich. Auf einem Feld mit hinreichender Molybdänversorgung wirkt sich solcher Mangel in der Anzucht meist nur in der Form einer vorübergehenden Symptomausbildung, d. h. einer Reduktion der Blattspreiten der ersten zur Entwicklung kommenden Blätter aus, während die späteren normal sind und die Blumenbildung zwar etwas verspätet, aber sonst normal erfolgt. Solche Fälle einer vorübergehenden Erkrankung mit anschließender Gesundung auf dem Feld konnten im Anbaugebiet von Glückstadt und Dithmarschen wiederholt beobachtet werden. Manchmal kann jedoch die Schädigung in der Anzucht so nachhaltig sein, daß eine Gesundung unmöglich wird und Pflanzen mit abgestorbenen Herzen resultieren. Auf Böden mit stärkerem Molybdänmangel wird der Anbau solcher bereits in der Anzucht ungenügend mit Molybdän versorgter Pflanzen stets zu einer vollkommenen Mißernte. In anderen Fällen mit gerade ausreichender Molybdänversorgung in der Jugend werden die Pflanzen auf demselben Mangelboden erst später und dementsprechend leichter erkranken, vielleicht zum Teil noch zur Blumenbildung gelangen und erst an den letzten Blättern Reduktionen der Blattspreiten aufweisen (Abb. 5 u. 6). Das Aussehen der Pflanzen und die Stellung dieser Blätter mit den Symptomen des Molybdänmangels in der Rosette geben wichtige Hinweise dafür, ob eine unzureichende Molybdänversorgung auf dem jeweiligen Feld oder in dem Anzuchtboden vorliegt. Diese Unterscheidung ist sowohl für die Beurteilung der Verbreitung auf verschiedenen Bodenarten von Bedeutung als auch grundlegend für die Anwendung des Molybdäns.

3. Feldversuche mit Molybdän, Kalk und verschiedenen Stickstoff-Formen.

Die ersten Tastversuche wurden 1952 im Gebiet von Glückstadt in Form von 2- und 3maligen Spritzungen je mit 0,01, 0,1 und 1%igen Lösungen von Ammoniummolybdat zu Frühblumenkohl Mitte April auf Pflanzen im Beginnstadium der Erkrankung ausgeführt. Abgesehen davon, daß die 1%ige Molybdänlösung starke Verbrennungen hervorrief, trat auf diesen Feldern auch auf den unbehandelten Parzellen eine Gesundung des anfangs zu 63% erkrankten Bestandes ein. Wie im vorigen Abschnitt bereits erwähnt wurde, handelte es sich gar nicht um einen akuten Molybdänmangel der betreffenden Felder, sondern um Nachwirkungen aus der Anzucht, so daß durch diese ersten Feldbehandlungen keine klaren Ergebnisse gewonnen werden konnten.

1953 wurden zwei größere Feldversuche auf Böden durchgeführt, auf denen seit Jahren die fraglichen Schäden in stärkstem Ausmaß aufgetreten waren. In Linsburg bei Nienburg/Weser handelte es sich um einen typischen Humus-Sandboden des Heidegebietes mit einem Reaktionswert von p_H 6,5, während der zweite Versuch in Ndr. Eschbach bei Bad Homburg auf einem Lößlehmboden mit einer Reaktion von p_H 5,9–6,2 zur Durchführung gelangte. Die Fragestellung war in beiden Versuchen gleich, d. h. es sollte die zur Verhütung der Krankheit erforderliche Molybdänmenge, die Wirkung einer Kalkdüngung sowie die einer physiologisch sauren Stickstoffdüngung zur näheren Identifizierung mit dem Erscheinungsbild des Molybdänmangels geprüft werden. Die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle 1 und 2 wiedergegeben, welche

die Mittelwerte der Auszählungen von 50 qm Parzellen in 4facher Wiederholung darstellen.

Tabelle 1. Feldversuch Linsburg/Hann.
Sorte: Delfter Markt. Boden: Humoser Sand; p_H: 6,5.
Stickstoffdüngung: 160 kg/ha N. Pflanzung: 3. 4. 1953.

Stickstoff-Form	Mo-/Ca-Gabe	Prozent kranke Pflanzen	
		24. 5.	18. 6.
Kalk-Ammon-Salpeter	0	24,3	19,1
Kalk-Ammon-Salpeter	0,5 kg/ha Molybdat	11,7	3,3
Kalk-Ammon-Salpeter	1 kg/ha Molybdat	4,6	1,5
Kalk-Ammon-Salpeter	2 kg/ha Molybdat	2,6	0,7
Kalk-Ammon-Salpeter	4 kg/ha Molybdat	2,2	0,0
Kalk-Ammon-Salpeter	12 dz/ha CaO Mischkalk	14,0	6,4
Kalk-Ammon-Salpeter	12 dz/ha Hüttenkalk	12,4	9,5
Schwefels. Ammoniak	0	36,2	33,6
	2 kg/ha Molybdat	2,5	1,7

In beiden Fällen wurde das Molybdän vor der Auspflanzung im Frühjahr in Form von Kalkammonsalpeter mit 0,05, 0,1 und 0,2 und 0,4% Natriummolybdat verabreicht, das liebenswürdigerweise von den Hoechster Farbwerken hergestellt worden war, um eine wirklich gleichmäßige Verteilung der geringen Mengen von 0,5, 1, 2 und 4 kg/ha Natriummolybdat zu gewährleisten. Auf den Parzellen mit schwefelsaurem Ammoniak, sowie bei den Herbstgaben in dem Versuch Ndr. Eschbach wurde das Natriummolybdat dagegen als feinkristallines Salz mit Sand vermischt ausgestreut und auch hiermit eine gute Verteilung erzielt.

Die Auswirkung der verschiedenen Molybdängaben war in beiden Versuchen vorzüglich. Auf dem Humussandboden in Linsburg ergaben bereits 0,5 kg/ha eine erhebliche Verminderung der Mangelsymptome, während bei 2 und 4 kg/ha Natriummolybdat die Bestände praktisch gesund waren. Entsprechend der geringeren Aufnehmbarkeit des Molybdäns im sauren Bereich verstärkte die Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak den Molybdänmangel ganz erheblich gegenüber einer N-Düngung in Form von Kalkammonsalpeter. Eine zusätzliche Kalkgabe von 14 dz/ha CaO in Form von Düngermischkalk oder Hüttenkalk verringerte die Krankheit deutlich. Diese Kalkung konnte jedoch keine vollständige Behebung des Molybdänmangels bewirken. Gleichzeitig mit dieser Minderung des Krankheitsbefalles, der durch die Auszählung der Pflanzen mit verkümmerten Herzblättern erfaßt werden konnte, war auch die gesamte Blattentwicklung sowohl auf diesen Kalkparzellen als auch auf den Molybdänparzellen sichtbar kräftiger im Vergleich zu den Kontrollen.

Das Versuchsfeld Ndr. Eschbach hatte vor Jahren mehrmals völlige Mißernten an Blumenkohl geliefert. Infolge des trockenen Frühjahrs und Vorsommers 1953 zeigte der Blumenkohl der ersten Frühjahrspflanzung auf diesem Feld praktisch keine Schäden und keine Unterschiede zwischen unbehandelten Parzellen und solchen mit Molybdän bzw. Kalkdüngung. Der Blumenkohl blieb außerordentlich klein, weil sich das Wasser tatsächlich im Minimum befand und die allgemeine Düngung gar nicht zur Wirkung kommen konnte. Unter diesen Wachstumsbedingungen reichte die Molybdänversorgung aus dem Boden offenbar noch aus. Anders dagegen bei der zweiten Pflanzung auf demselben Feld, dessen Ergebnis in der Tabelle 2 wiedergegeben ist.

Tabelle 2. Feldversuch Ndr. Eschbach.
Sorte: Delfter Markt. Boden: Lößlehm. Reaktion: p_H 5,9–6,2.
Pflanzung: 19. 7. 1953. N-Düngung: 160 kg/ha.

Stickstoff-Form	Kalkdüngung 2 × 14 dz/ha CaO	Na-Molybdat kg/ha		Prozent kranke Pflanzen			Prozent geerntete Blumen am 4. 11. 53
		Frühjahr	Herbst	leicht	schwer	Sa.	
Kalk-Ammon-Salp.	—	—	—	22,1	47,8	69,9	14,0
Kalk-Ammon-Salp.	—	1	—	15,2	26,5	41,7	71,0
Kalk-Ammon-Salp.	—	4	—	8,0	5,4	13,4	88,0
Kalk-Ammon-Salp.	—	0,5	3,5	5,0	1,7	6,7	89,1
Kalk-Ammon-Salp.	—	2,0	2,0	5,3	1,2	6,5	92,0
Schwefels. Ammon.	—	—	—	9,1	70,0	79,1	14,8
Schwefels. Ammon.	—	2	2	14,1	3,0	17,1	84,0
Schwefels. Ammon.	—	4	—	20,0	8,2	28,2	72,3
Kalk-Ammon-Salp.	—	—	—	18,8	68,5	87,3	27,5
Kalk-Ammon-Salp.	Düngemischk.	—	—	19,1	50,5	69,6	39,5
Kalk-Ammon-Salp.	Hüttenkalk	—	—	21,0	53,0	74,0	38,0

Auf Grund einiger Niederschläge und einer einmaligen Beregnung war die allgemeine Entwicklung des Blumenkohls jetzt normal kräftig mit dem Erfolg, daß die Erkrankung auf den unbehandelten Parzellen außerordentlich stark war und zwar weit stärker als in dem Versuch in Linsburg. Während dort bei Düngung mit Kalkammonsalpeter in der letzten Bonitierung nur 19,1% Pflanzen ohne Blume auftraten, waren hier in Ndr. Eschbach bei derselben Düngung 47,8 und 68,5% „schwer kranke" Pflanzen mit vollkommen verkümmerten Herzen vorhanden. Mit „leicht krank" wurden hier zusätzlich solche Pflanzen berücksichtigt, die zwar stärkere Blattreduktionen aufwiesen, aber noch eine kleine mit Blättern durchsetzte und daher minderwertige Blume lieferten. Als weiteres Maß zur Bewertung der Wirkung wurden außerdem noch die bis zum 4. 11. als marktfähig geernteten Blumen herangezogen. Auf Grund der in dem Linsburger Versuch mit Frühblumenkohl gesammelten Erfahrungen hinsichtlich der optimalen Molybdängaben wurde in diesem Versuch in Ndr. Eschbach vor der zweiten Pflanzung 1953 z. T. eine Nachdüngung mit 3,5 und 2 kg/ha Natriummolybdat vorgenommen, um vor allem die unzureichenden Gaben von 0,5 kg/ha auszuschalten und schon einen Eindruck über die Dauer der Wirksamkeit des verabreichten Molybdäns durch Vergleich der Wirkung von 4 kg/ha als Frühjahrsgabe mit 2 + 2 kg als Frühjahrs- und Herbstgabe zu gewinnen.

Die Molybdänwirkung trat auf diesem extremen Mangelboden besonders prägnant hervor: 4 kg/ha Natriummolybdat ergaben bei Düngung mit Kalk-Ammonsalpeter einen praktisch gesunden Bestand mit 89 und 92% geernteter Blumen gegenüber nur 14% auf den direkt vergleichbaren unbehandelten Parzellen. Dabei hatten 4 kg als Frühjahrsgabe fast dieselbe Wirkung wie die auf Frühjahr und Herbst verteilten Gaben von 0,5 + 3,5 kg und 2 + 2 kg/ha, so daß mit keinem schnellen Unwirksamwerden des zugefügten Molybdäns zu rechnen ist. Andererseits war die Molybdänwirkung bei Anwendung des Stickstoffes in Form von schwefelsaurem Ammoniak deutlich geringer als bei Verwendung von Kalk-Ammonsalpeter und das Nachlassen der Wirksamkeit der Frühjahrsgabe von 4 kg gegenüber der geteilten Gabe von 2 + 2 kg ausgeprägter. Die geringere Molybdänwirkung bei Verwendung von schwefelsaurem

Ammoniak steht in Einklang damit, daß auch auf diesem Lößlehmboden die Wirkung des Molybdänmangels auf den Parzellen ohne Molybdänzufuhr durch diesen physiologisch sauren N-Dünger im Vergleich zu Kalk-Ammonsalpeter erheblich verstärkt wurde, so daß hier die Anzahl schwerkranker, d. h. herzloser Pflanzen von 47,8 auf 70% anstieg. Andererseits wurde durch eine zweimalige Kalkung mit 14 dz/ha CaO in Form von Düngermischkalk bzw. Hüttenkalk eine deutliche Minderung des Molybdänmangels bewirkt, die in einer Senkung der Anzahl schwer kranker Pflanzen von 68,5 auf 50,5 bzw. 53,0% zum Ausdruck kam.

Es muß an dieser Stelle noch darauf hingewiesen werden, daß die Unterschiede in der Gesamtentwicklung zwischen den einzelnen Behandlungen noch größer waren als sie sich mit einer alleinigen Bewertung nach der Anzahl erkrankter Pflanzen darstellen lassen. Die gleichzeitige Erfassung der Blatt- und Blumengewichte würde erst ein vollständiges Bild von der katastrophalen Auswirkung des Molybdänmangels bei Blumenkoh ergeben haben. Bei der sich über Wochen hinziehenden Ernte des schnittreifen Blumenkohls ließ sich eine solche Auswertung auf den großen Flächen technisch leider nicht durchführen. Einen annähernden Eindruck vermitteln die in der letzten Spalte der Tabelle 2 aufgeführten Prozentzahlen geernteter Blumen. Es wurde demnach in dem Versuch Ndr. Eschbach nach Anwendung von 4 kg/ha Natriummolybdat rund die 6fache Anzahl an marktfähigen Blumen geerntet im Vergleich zu unbehandelt. Diese Menge von 4 kg/ha erscheint nach diesem Versuch ausreichend, um bei vorbeugender, flächenmäßiger Anwendung die Symptome des Molybdänmangels bei Blumenkohl auch in extremsten Fällen zu verhüten, während in leichteren Krankheitsfällen, wie auf dem Feld in Linsburg bereits mit 2 kg/ha Natriummolybdat ein gesunder Bestand zu erzielen war. Abgesehen von der vorliegenden Übereinstimmung im Krankheitsbild liefern diese beiden Feldversuche mit der überzeugenden Molybdänwirkung weiterhin einen bindenden Beweis für die Identität dieser Krankheitserscheinung in Deutschland mit den im Ausland unter der Bezeichnung „whiptail“ und „klemhart“ beschriebenen Molybdänmangelsymptomen, zumal der verstärkende Einfluß einer höheren H-Ionenkonzentration und die günstige Wirkung einer Kalkung in beiden Versuchen ebenfalls deutlich hervortraten.

4. Kurative Anwendung von Molybdän und Einfluß höherer N-Gaben auf das Auftreten der Mangelerkrankung.

In Ergänzung zu den Feldversuchen mit vorbeugender Anwendung des Molybdäns wurde die Frage geprüft, wieweit eine Gesundung bereits erkrankter Blumenkohlpflanzen möglich ist. Gelegenheit hierzu bot ein Krankheitsfall in den Vierlanden bei Hamburg, wo bei Frühblumenkohl am 4. Mai 1953 eine Behandlung von Einzelpflanzen durchgeführt wurde, als die Herzblätter gerade die typischen Verkrümmungen als erste Symptome erkennen ließen. Es wurden 150 gleichwertige kranke Pflanzen markiert und 50 mit je 25 g Molybdän-Kalk-Ammonsalpeter (0,1 %) und 50 mit je 25 g Kalk-Ammonsalpeter zusätzlich gedüngt sowie weitere 50 unbehandelt gelassen. Bereits 10 Tage nach dieser Behandlung ließen viele Pflanzen mit Molybdän-Kalkammonsalpeter den Beginn einer Weiterentwicklung der jüngsten Herzblätter deutlich erkennen, während die Pflanzen der beiden anderen Reihen eine weitere Verstärkung in der Ausprägung der Krankheitssymptome zeigten. 5 Wochen nach der Behandlung ergab die Auswertung folgendes Bild:

1. Reihe: 25 g Molybdän-Kalkammonsalpeter (0,1%): 45 Pfl., d.h. 90% sind vollkommen gesundet, haben große, normale Blätter gebildet und setzen normale Blumen an. An den äußeren Blättern ist die charakteristische Reduktion der Spreiten deutlich erkennbar. Bei 5 Pflanzen ist das Primärherz abgestorben und es hat sich eine Ersatztrieb gebildet.
2. Reihe: 25 g Kalkammonsalpeter: Bei sämtlichen Pflanzen sind die Herzen jetzt vollkommen verkümmert und abgestorben; die übrigen Blätter haben stark reduzierte und gewellte Blätterspreiten von außergewöhnlicher Dicke.
3. Reihe: Ohne Zusatzdüngung: 80 % der Pflanzen haben verkümmerte, abgestorbene Herzen, während bei den übrigen einige weitere Blätter mit stark reduzierten Spreiten zur Entwicklung gekommen sind. Einige Pflanzen zeigen Ansätze zur Bildung einer verkümmerten Blume. Im Gesamteindruck besteht kein wesentlicher Unterschied zu Reihe 2.

Hieraus ergibt sich, daß durch eine Gabe von etwa 25 mg Natriummolybdat je Pflanze zu einem hohen Prozentsatz noch eine Gesundung bereits erkrankter Pflanzen erreicht werden kann, wenn die Behandlung stattfindet, sobald die ersten Symptome an den Herzblättern sichtbar werden (Abb. 7). Bei 40000 Pflanzen je Hektar ergibt sich demnach eine Aufwandmenge von 1 kg Natriummolybdat je Hektar, die wahrscheinlich noch verringert werden kann.

Ein weiterer Feldversuch über die Wirkung einer zusätzlichen Stickstoffgabe mit und ohne Molybdänzusatz wurde 1953 auf einem humusreichen Elbmarschboden mit einer Reaktion von pH 6,5 im Außendeichs-Überschwemmungsgebiet der Elbe in Glückstadt durchgeführt. Die Grunddüngung betrug je Hektar: 800 kg Kalkstickstoff, 1250 kg Thomasmehl, 100 kg 40%iges Kali und 300 kg Kalimagnesia. Zum Anbau gelangte die Sorte „Gloria", die im Februar ins Frühbeet ausgesät und Mitte Mai ausgepflanzt wurde. Nach dem Anwachsen erhielten je 2 Parzellen mit je 180 Pflanzen eine zusätzliche Düngung von 25 g Molybdän-Kalk-Ammonsalpeter (0,05%, 0,2% u. 0,4%) pro Pflanze bzw. Kalk-Ammonsalpeter, während 5 Parzellen zu je 180 Pflanzen keine zusätzliche N-Düngung erhielten. Der Dünger wurde um jede Pflanze gestreut und leicht eingearbeitet. Leider geriet er etwas zu nahe an die noch kleinen Pflanzen, so daß sich durch gewisse Konzentrationsschäden und im Gefolge davon einen verstärkten Kohlfliegenbefall auf sämtliche Parzellen mit dieser zusätzlichen N-Gabe ein etwas lückiger Bestand ergab, während er auf den Parzellen ohne zusäztliche N-Gabe vollkommen geschlossen war. Trotz dieser Mängel war das in nachstehender Tabelle 3 wiedergegebene Ergebnis sehr aufschlußreich.

Tabelle 3. Einfluß einer zusätzlichen N-Gabe auf das Auftreten des Molybdänmangels.

Zusätzliche N- bzw. N + Mo-Gabe	Anzahl der Pfl. mit „Klemmherzen"		
	2. 6.	15. 6.	26. 6.
1. ohne, unbehandelt	4	6	11
2. 25 g Kalk-Ammon-Salpeter	7	77	154
3. 25 g Molybdän-K.-A.-Salp. 0,05% .	5	4	6
4. 25 g Molybdän-K.-A.-Salp. 0,2% . .	9	1	3
5. 25 g Molybdän-K.-A.-Salp. 0,4% . .	10	5	5

Auf den Parzellen der Reihe 1 unbehandelt traten nur sehr wenige Pflanzen mit mißbildeten Herzblättern auf, während die Ausbildung der Molybdänmangelsymptome durch die zusätzliche hohe Stickstoffgabe auf den Parzellen der Reihe 2 in erheblichem Maße verstärkt, ja, man kann sagen, daß auf diesem Boden der Molybdänmangel mit seiner Folgewirkung praktisch erst durch

die hohe N-Gabe ausgelöst wurde. Ein Teil dieser kranken Pflanzen bildete zwar noch Blumen, diese waren jedoch klein, von Laubblättchen durchwachsen und daher wertlos. Ein größerer Teil war vollkommen herzlos geworden oder wies vertrocknete Herzblätter bzw. Blütenanlagen auf. Als wichtiges Ergebnis zeigte sich aber weiterhin, daß diese induzierende Wirkung der hohen N-Gabe durch die gleichzeitige Verabreichung von Molybdän eliminiert wurde, wobei die gewählten Konzentrationen von 0,05, 0,2 und 0,4% keine Unterschiede in der Wirkung erkennen ließen. Es zeichnen sich hier Beziehungen zwischen dem Stickstoffhaushalt und der Molybdänversorgung ab, die offenbar mit der physiologischen Rolle des Molybdäns in der Pflanze in engstem Zusammenhang stehen. Nach den Untersuchungen von Steinberg (20) und Mulder (15) ist das Molybdän für die Nitratreduktion erforderlich und ist nach den von Nicholas, Nason und McElroy (16) mit *Aspergillus* und *Neurospora*-Stämmen durchgeführten Enzymuntersuchungen direkt als Co-Ferment der Nitratreduktase anzusehen. Wenn die Ergebnisse auch für die höheren Pflanzen zutreffend sind, dürften sich über die akuten Mangelfälle bei Blumenkohl hinaus noch wichtige Hinweise für die Molybdänfrage auch bei anderen Kulturpflanzen in solchen Fällen ergeben, wo sehr hohe N-Gaben zur Anwendung gelangen und die Steigerung des Stickstoffhaushaltes bis an die Grenzen der Leistungsfähigkeit des pflanzlichen Stoffwechsels herangeführt wird. Eine eingehende Überprüfung vieler Versuchsergebnisse über die Auswirkung gesteigerter N-Gaben unter Berücksichtigung der Molybdänversorgung läßt manche neue Erkenntnisse in dieser Hinsicht erwarten. Die weite Verbreitung des akuten Molybdänmangels bei Blumenkohl legt diese Vermutung zumindest sehr nahe.

5. Verhalten einzelner Sorten.

Neben den Faktoren Bodenraktion und Höhe der Stickstoffdüngung spielt die Blumenkohlsorte für die Stärke der Erkrankung eine erhebliche Rolle. Als besonders empfindlich gelten die Sorten der Alpha-Gruppe wie „Delfter Markt", „Gloria" u. a., während die Sorten „Le Cerf" und auch „Erfurter Zwerg" auf denselben Böden weit weniger stark erkranken. Diese Beobachtung konnte bei den zahlreichen Erhebungen immer wieder gemacht werden. Die Unterschiede traten auf dem stark kranken Feld in Ndr. Eschbach ebenfalls deutlich hervor, wo neben „Delfter Markt" auf jeder Parzelle die Reihen mit der Sorte „Le Cerf" angebaut wurden. Selbst auf diesem extremen Mangelboden, wo der „Delfter Markt" vollkommen versagte, zeigte die Sorte „Le Cerf" eine wesentlich bessere Gesamtentwicklung und eine wesentlich schwächere Ausbildung der Mangelsymptome in Form der Reduktion der Blattspreiten auf den unbehandelten Parzellen. Offenbar kommen hier bei Blumenkohl erhebliche Unterschiede im Aufnahmevermögen für Molybdän bei den einzelnen Sorten vor, wie sie bereits auch von anderen Spurenelementmangelkrankheiten bekannt sind und z. B. hinsichtlich des Kupfers zwischen Schwarz- und Weißhafer besonders prägnant hervortreten. Eine systematische Überprüfung der Blumenkohlsorten hinsichtlich ihres Verhaltens auf Molybdänmangelböden konnte bisher noch nicht vorgenommen werden. Sie erscheint jedoch wünschenswert auch im Hinblick auf die Beziehungen, die zwischen dem Stickstoffhaushalt bzw. der Höhe der N-Düngung und dem Hervortreten eines Molybdänmangels auf manchen Böden gegeben sind.

6. Zusammenfassung.

Aus den vorstehenden Versuchen ergibt sich der eindeutige Nachweis, daß Molybdänmangel an Blumenkohl in den verschiedensten Gebieten Westdeutsch-

lands verbreitet ist und stellenweise Anlaß zu erheblichen Verlusten, ja zu totalen Mißerfolgen gibt. Er tritt vornehmlich auf sauren bis leicht sauren Böden stärker hervor und wird dementsprechend durch physiologisch saure Stickstoffdünger verstärkt und kann andererseits durch ausreichende Kalkung zwar erheblich vermindert, aber nicht restlos beseitigt werden. Auf manchen Böden mit fast neutraler Reaktion können die Symptome des Molybdänmangels auch durch übermäßig hohe Stickstoffgaben ausgelöst werden. Die vorbeugende Anwendung von Natriummolybdat lieferte ausgezeichnete Erfolge. Bereits 1 kg/ha ergab eine erhebliche Minderung der Mangelsymptome, während die Bestände bei 4 kg/ha selbst auf einem extremen Mangelboden praktisch gesund waren. In leichteren Mangelfällen reichte bereits eine Gabe von 2 kg/ha aus. Die Wirkung der Molybdändüngung ist in Verbindung mit Kalk-Ammonsalpeter besser als bei Verwendung von schwefelsaurem Ammoniak, weil die hiermit verbundene Verschiebung der Reaktion nach der sauren Seite eine Minderung der Molybdänaufnahme bedingt. Eine Gesundung bereits erkrankter Pflanzen durch Molybdän kann noch erzielt werden, wenn die Anwendung rechtzeitig erfolgt. Bei Behandlung von Einzelpflanzen ist eine Aufwandmenge von 1 kg/ha Natriummolybdat voll ausreichend; es kann mit Sand bzw. Dünger gemischt gestreut oder aufgelöst an die Pflanzen gegossen werden.

In vielen Fällen kann Molybdänmangel bereits in der Anzucht vorliegen, vor allem, wenn größere Mengen Torf in den Beeten oder der Topferde zugesetzt werden und die Reaktion einen höheren Säuregrad erreicht. Solche Pflanzen zeigen nach dem Setzen sogar auf normalen Böden vielfach eine Wachstumshemmung und können hierbei vorübergehend Symptome als Nachwirkung zur Ausbildung bringen. Zur Verhütung solcher Schäden erscheint eine generelle Sicherung der Molybdänversorgung in der Anzucht zweckmäßig. Sie dürfte mit 0,4 g Natriummolybdat je Quadratmeter im Beet oder 2–3 g je Kubikmeter Anzuchterde nach den bisherigen Erfahrungen gewährleistet sein. Vielleicht läßt sich durch Erhöhung der Molybdänzufuhr bei Jungpflanzen über das Normale hinaus eine zuverlässige Sicherung der späteren Versorgung auf dem Feld bis zur Ernte erreichen. Diesbezügliche Versuche sind bereits mit positivem Erfolg durchgeführt worden, sie bedürfen jedoch noch der weiteren Bestätigung.

Beachtung verdient das unterschiedliche Verhalten einzelner Blumenkohlsorten auf Molybdänmangelböden. Die vorbeugende Anwendung von Molybdän ist gerade bei den empfindlichen Sorten der Alpha-Gruppe von besonderer Bedeutung. Vielleicht liegt in der stärkeren Bevorzugung solcher Sorten im gegenwärtigen Anbau mit eine Erklärung für das starke Hervortreten des Molybdänmangels in den letzten Jahren in Westdeutschland. Das Ausmaß dieser Schäden läßt es jedoch dringend erforderlich erscheinen, die Frage der Molybdänversorgung auch bei anderen Kulturpflanzen einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Hierbei kann der empfindliche Blumenkohl als „Leitpflanze" zur Erkennung des Molybdänmangels auf natürlichen Böden vielleicht wertvolle Dienste leisten.

Literatur.

1. Anderson, A. J. and Thomas, M. P.: Molybdenum and symbiotic nitrogen fixation. — Bull. **198**, Council Sci. and Ind. Research (Australia) 5–25, 1946.
2. Arnon, D. J. and Stout, P. R.: Molybdenum as an essential element for higher plants. — Plant. Physiol. **14**, 599–602, 1939.
3. Bortels, H.: Molybdän als Katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. Arch. Mikrobiol., **1**, 333–342, 1930.
4. Bortels, H.: Über die Wirkung von Molybdän- und Vanadiumdüngung auf Leguminosen. — Arch. Mikrobiol. **8**, 13, 1937.

5. Brandenburg, E.: Über Molybdänmangel an Blumenkohl. — Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. **66**, 1954.
6. — — Ernährungsstörungen durch Molybdänmangel bei Blumenkohl. Rhein-Monatsschrift f. Gemüse-, Obst- u. Gartenbau Nr. **4**, 1954.
7. Buhl, C.: Zur Symptomatik der Kohlkrankheiten: Herzlosigkeit und Drehherzmücke an Kohl. — Mitt. Biol. Zentralanst. H. **75**, 175–179, 1953.
8. — — Molybdänmangel bei Blumenkohl. — Gartenwelt, **54**, 116–117, 1954.
9. Davies, E. B.: A case of molybdenum deficiency in New Zealand. — Nature **156**, 392, 1945.
10. Evans, H. J., Purvis, E. R. und Bear, F. E.: Molybdenum nutrition of alfalfa. Plant Physiol. **25**, 555–566, 1950.
11. Frøystadt, B.: Forsøk med molybden til blomkal. — Gartneryrket Nr. **39**, 671–673, 1951.
12. Hewitt, E. J. und Jones, E. W.: The production of molybdenum deficiency in plants in sand culture with special reference to tomato and brassica crops. — J. Pom. Hort. Sci., **23**, 254–262, 1947.
13. Hoagland, D. R.: Molybdenum in relation to plant growth. Soil Sci. **60**, 119 bis 123, 1945.
14. Mitchell, K. J.: Preliminary note on the use of ammonium-molybdate to control „whiptail“ in cauliflower and broccoli crops. — N. Z. J. Sci. Tech. A. **27**, 287–293, 1945. — Ref. R. A. M. **26**, 38, 1947.
15. Mulder, E. G.: Importance of molybdenum in the nitrogen metabolism. of microorganisms and higher plants. — Plant and Soil, **1**, 94–119, 1948.
16. Nicholas, D. J. D., Nason, A. und McElroy, W. D. M.: Pyridin Nucleotide-Nitratreductase from extracts of higher plants. — Nature (Lond.) **172**, 34, 1953.
17. Oedelien, M.: Litt om molybden. — Gartneryrket Nr. **41**, 1951.
18. Piper, S. C.: Molybdenum as an essential element for plant growth. — J. Aust. Inst. Agric. Sci. **6**, 162, 1940.
19. Plant, W.: The control of „whiptail“ in broccoli and cauliflower. — J. Hort. Sci., **26**, 109–117, 1951. — Ref. Hort. Abstr. **21**, 366, 1951.
20. Steinberg, R. A.: Relation of accessory growth substances to heavy metals including molybdenum, in the nutrition of *Aspergillus niger*. J. Agr. Res. **52**, 439–448, 1936.
21. Vanselow, A. P. and Datta, N. P.: Molybdenum deficiency of the Citrus. — Soil Sci. **67**, 363–375, 1949.
22. Walker, R. B.: Molybdenum deficiency in serpentine barren soils. — Science **108**, 473–475, 1948.
23. Waring, E. J., Shirlew, N. S. und Wilson D. R.: Molybdenum in relation to whiptail of cauliflower. — J. Austr. Inst. Agric. Sci. **13**, 187–188, 1947. — Ref. R. A. M. **27**, 400, 1948.
24. Warrington, K.: Molybdenum as a factor in the nutrition of lettuce. — Ann. Appl. Biol. **33**, 249–254, 1946.
25. Wiebosch, W. A., van Koot, Y. und van't Sant, L. E.: Hartloosheid en klemhart by bloemkool. Versl. Landbouwk. Onderz. No. **56**, 10, 1–53, 1950.

Zur Frage der Ausbreitung von Blattrollvirus im Kartoffelfeld[1])

Von Wolfgang Rönnebeck.

(Vorläufige Mitteilung)

Aus dem Institut für Phytopathologie der Justus Liebig-Hochschule, Gießen
Direktor: Professor Dr. E. Brandenburg.

Mit 2 Abbildungen

Im Jahre 1954 haben wir folgenden Versuch angelegt: Beim Pflanzen eines Bestandes der Sorte Bona (unter 1% Virusverseuchung) wurde an 2 verschie-

[1]) Die Untersuchungen wurden mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

denen Stellen in 2 benachbarten Reihen von 120 m Länge in jedes 5. Pflanzloch als „Infektor" eine Knolle von einer sekundärkranken Blattrollstaude gelegt. Es ergab sich dadurch ein Verteilungsbild von Pflanzen, wie es in Abbildung 1 dargestellt ist. Bei einem Anteil von 5% Infektoren gruppierten sich um je 2 Infektorstauden 10 benachbarte (α-)Stauden; diesen in der gleichen Reihe benachbart standen jeweils 8 β-Stauden. Die zweite Reihe neben den Infektorreihen wurde nicht ausgewertet, erst die dritte als sogenannte γ-Stauden geerntet. Die vorgekeimten Infektorstauden liefen um den 25. Mai, der Bona-Bestand um den 31. Mai auf.

Die beiden Streifen mit Infektorstauden wurden zu 2 verschiedenen Versuchen verwendet:

1. Erntetermin-Versuch,
2. Selektionsversuch.

Der Ernteterminversuch wurde auf 60 m Länge am 4. und am 20. Juni mit 1 l Systox/ha zur Bekämpfung von Virusvektoren gespritzt. Am 1. Juli erst wurden die angelegten Infektionsquellen beseitigt. Beginnend am 30. 6.

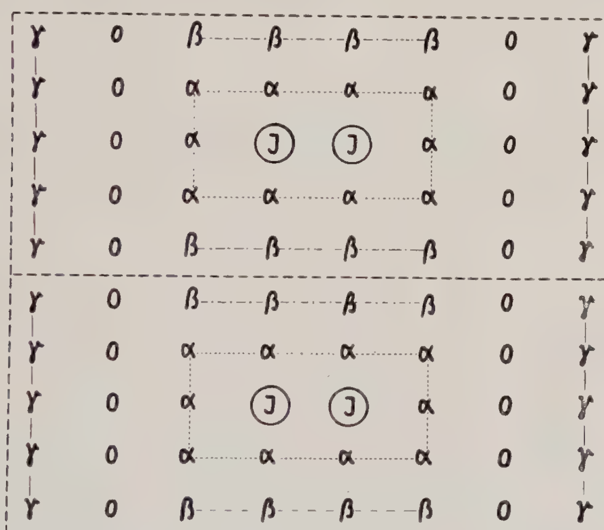


Abb. 1. Versuchsanlage 1954 (Erläuterung im Text).

und weiterhin in etwa 10tägigem Abstand am 10., 20., 30. 7., 10. und 19. 8. wurden im behandelten und unbehandelten Teil die Gruppe der α,- β- und γ-Stauden getrennt geerntet, und zwar jeweils um 5 Infektorenstellen herum (= 1 Parzelle).

Der Selektionsversuch blieb ohne Vektorenbekämpfung. Die Infektoren wurden am 12., 19. 6, und am 2. 7. entfernt; auf 3 weiteren Parzellen blieben sie bis zum Abreifen der Stauden stehen. Alle Parzellen wurden erst nach völligem Absterben des Krautes nach dem gleichen Schema wie die des Ernteterminversuches geerntet.

Der Befall mit Virusüberträgern begann während eines starken Migrantenfluges von *Myzodes persicae* (Sulzer) zwischen dem 24. und 29. Mai.

Die ersten Sommergeflügelten entstanden zwischen dem 23. und 25. 6. und wurden um den 30. 6. etwas häufiger. Von diesem Zeitpunkt ab wurde die Population, die ein Maximum von etwa 400 *M. persicae* erreicht hatte, durch Coccinelliden-Larven geschwächt. Ab Mitte Juli erholte sie sich wieder und erreichte Ende Juli – Anfang August ein 2. Maximum, aus dem heraus sich eine 2. Welle von Sommergeflügelten bildete. Mit dem Absterben des Krautes ab Mitte August ging die Vektorenpopulation zugrunde. Im Juni war *Doralina transiens* (Walk.) häufiger als *M. persicae.*

Ergebnisse:

1. Selektionsversuch.

Tabelle 1. Blattrollkranke im Nachbau in Prozent.

Stauden in Stellung	α	β	γ
selektiert am 12. Juni	33	25	13
selektiert am 19. Juni	37	25	9
selektiert am 2. Juli	39	32	8
nicht selektiert.	39	40	9

Nachbau aus Feldstücken ohne Infektoren: 2 %.

Die Selektion erwies sich also unter vorliegenden Bedingungen als weitgehend unwirksam. Die Pflanzen in Stellung β erfahren noch eine gewisse Infektionsminderung, bei denen in Stellung α ist sie nur schwach; eine durchgreifende Wirksamkeit ist nicht zu verzeichnen.

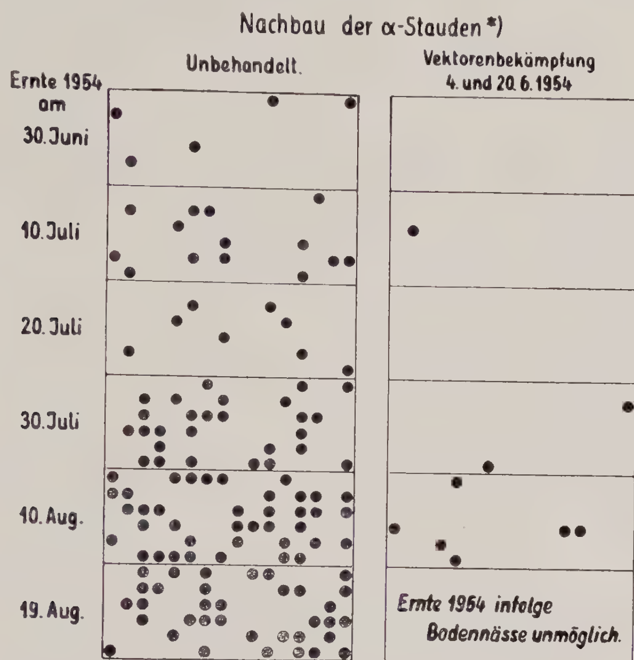
2. Ernteterminversuch.

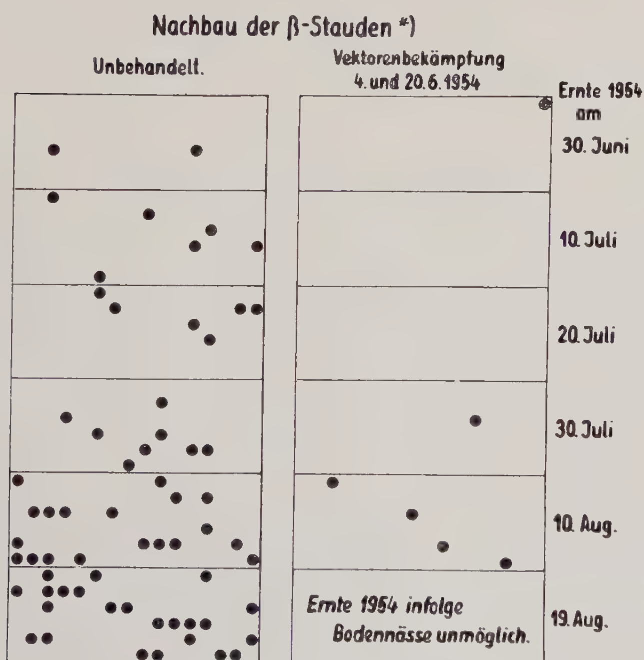
Zur Zeit der ersten Ernte am 30. Juni stand die Bona am Beginn der Blüte; es konnten nur einige Knollen von 20–25 g Gewicht je Pflanze geerntet werden, alles übrige waren vermehrungsuntüchtige „Perlen". Trotzdem waren auf unbehandelter Fläche Frühinfektionen zu dieser Zeit schon systemisch geworden. Dies war verstärkt bei der 2. und 3. Ernte der Fall. Unter den gegebenen Umständen war also Blütezeiternte nicht imstande, ein virusfreies oder virusarmes Pflanzgut zu liefern. Ein starkes Ansteigen der Verseuchung äußert sich dann bei den α-Stauden am 30. Juli und am 10. August; bei den β-Stauden ist dies erst am 10. August der Fall; zwischen dem 10. und 19. August ist dann keine fühlbare Verstärkung der Infektionsquote mehr festzustellen.

Ganz anders war das Bild auf der Fläche mit Vektorenbekämpfung. In den beiden Blüteernten (30. 6 und 10. 7) und der darauf folgenden am 20. 7. zeigen die gefährdetsten α- und β-Stauden nur ganz vereinzelt eine Knolleninfektion; in den beiden letzten Ernten ist eine schwache Verseuchung zu verzeichnen, jedoch muß dabei berücksichtigt werden, daß die behandelte Fläche von Anfang Juli an von Vektoren besiedelt wurde und zu Ende Juli selbst Geflügelte lieferte.

Diskussion.

1. Die vorliegenden Ergebnisse erlauben es, auf die Art und Weise, wie das Virus sich im Bestand ausbreitet, zu schließen. Man wird nicht annehmen dürfen, daß die Mehrzahl der erfolgten Infektionen schon vor dem Selektionsdatum angelegt wurde. Wahrscheinlich ist, daß bis zum 12. 6. nur einige Triebe





*) siehe Abbildung 1

Abb. 2. Besatz mit blattrollkranken Stauden in den Nachbau-Parzellen 1955.

der α-Stauden durch die Wanderung der Läuse[1]) von den Infektoren aus angesteckt worden sind. Von diesen aus ist das Virus dann weitergetragen worden ohne Rücksicht darauf, ob der Infektor stehen blieb oder beseitigt wurde. Diese sogenannte fluktuierende Virusausbreitung ist durch Selektion nur zu unterbinden, wenn die Infektoren entfernt werden können, ehe eine Ansteckung erfolgt ist. Dies dürfte aber nur in der Minderzahl der Fälle möglich sein. Deshalb bringt die Selektion sekundär-kranker Stauden häufig nicht den angestrebten Erfolg[2]).

2. Das Versuchsergebnis stellt 3 Intensitätsstufen der Hemmung von Virusausbreitung vor. Die niedrigste, die Selektion kranker Pflanzen, war unter vorliegenden Verhältnissen auch bei der relativ blattroll-resistenten Sorte nicht in der Lage, die Verseuchung wirksam zu mindern, obwohl am Versuchsort keine ins Gewicht fallenden Ferninfektionen erfolgten. Die nächst höhere Intensitätsstufe, die Früherente, ergab auch in ihrer extremen Form, der von Wartenberg (4) vorgeschlagenen Blütezeiternte, nur ein unzulängliches Resultat. Man mag einwenden, daß dies auf ungünstige Umstände für die Gesunderhaltung zurückzuführen ist, doch sind ähnliche Verhältnisse nach den Erfahrungen des Verf. in der Regel gegeben, wenn die Ausgangsverseuchung größer ist als etwa 3%. Denn in vorliegendem Versuch mit 5% Infektoren beträgt der Anteil der schwer bedrohten Nachbarstauden bereits 45% des Gesamtbestandes.

Erst die dritte Intensitätsstufe, die Kombination von Früherente und Vektorenbekämpfung, führte zu dem erstrebten Ziel, der Unterbindung von Nachbarinfektionen. Hierbei war es nicht erforderlich, extreme Früherente mit allen ihren Nachteilen anzuwenden. Ja, die Vektorenbekämpfung zeigte sogar bei Ernte kurz vor dem Abreifen (mehr als 8 vermehrungstüchtige Knollen je Staude) fast die gleiche Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Eindämmung von Virusverseuchung wie die früheste Blüteernte (s. Tab. 2), die nur eine kleine Knollenzahl mit geringer Triebkraft liefert.

Tabelle 2. Erntetermin-Versuch. Blattrollkranke im Nachbau.

	Durchschnitt der α-, β- und γ-Stauden.	
Erntetermin	unbehandelt	Vektorenbekämpfung
30. Juni	3,3	0,3
10. Juli	10,3	0,3
20. Juli	6,0	1,7
30. Juli	12,3	3,3
10. Aug.	21,7	4,0
19. Aug.	22,3	—

Das Ergebnis zeigt, daß eine termingerechte und richtig dosierte Vektorenbekämpfung (3) die stark ins Gewicht fallenden Nachbarinfektionen unterbinden kann.

Literatur.

1. Czerwinski, H.: Untersuchungen und Beobachtungen über die Blattlaus *Myzodes persicae* Sulz. als Verbreiter des Kartoffelabbaues auf dem Versuchsfeld des Instituts für Acker- und Pflanzenbau in Berlin-Dahlem und dem Versuchsgut Thyrow. — Ang. Bot. **25,** 201–250, 1943.

[1]) Nach Untersuchungen von Czerwinski (1) wechseln täglich 15% der *M. persicae* ihre Nährpflanze.

[2]) Die Selektion kann sogar zur Ausbreitung von Blattrollvirus beitragen, wenn bei der Beseitigung der kranken Pflanze Virusvektoren vom Laub abgestreift werden, worauf Hille Ris Lambers (2) hinweist.

2. Hille Ris Lambers, D., Reestman, A. J. and Schepers, A.: Insecticides against aphid vectors of potato viruses. — Neth. Journ. Agric. Science **1**, 188–201, 1953.

3. Rönnebeck, W.: Erfolgsaussichten der chemischen Bekämpfung von Virusüberträgern im Kartoffelfeld. — Z. Pflanzenkrankh. u. Pflschutz **61**, 113—129, 184–196, 1954.

4. Wartenberg, H.: Erfahrungen mit Spätpflanzungen und Früherntten zur Gewinnung gesunder Pflanzkartoffeln. — Die Dtsch. Landw. **5**, 578–581, 1954.

Vorfruchtwirkung und Schwarzbeinigkeit beim Weizen

Von Hans Bockmann.

Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenbau
der Biologischen Bundesanstalt, Kiel-Kitzeberg.

Die Schwarzbeinigkeit des Weizens, die auf den Pilz *Ophiobolus graminis* Sacc. zurückgeführt wird, zeigt einen bemerkenswerten Zusammenhang mit der Fruchtfolge. Die anfälligen Getreidearten Weizen, Gerste und Roggen fördern die Bodenverseuchung und können einen kurzfristig nachfolgenden Weizen erheblich gefährden.

Die diesbezüglichen Angaben in der Literatur stimmen weitgehend überein (Blunck 1929, S. 286–287; Schaffnit 1930, S. 28; Müller-Kögler 1934, S. 484; Weigert und Weizel 1934, S. 260). Welchen Einfluß dagegen die nicht anfälligen Feldfrüchte auf den Befall haben, wird unterschiedlich beurteilt. Es kommen nach ihnen sowohl kranke als auch gesunde Bestände vor. Berücksichtigt man aber bei der Untersuchung der Schadfälle nicht die unmittelbare Vorfrucht allein, sondern auch den weiter zurückliegenden Anbau, so laufen die Erfahrungen in der durchweg übereinstimmenden Erkenntnis zusammen, daß die Ursachen für die Schwarzbeinigkeit in der Gesamtanbaufolge zu suchen sind, insbesondere in dem Anteil der anfälligen Getreidearten am ganzen Fruchtfolgeumlauf (Blunck 1929, S. 281, Meyer-Bahlburg 1932, S. 603; Hempelmann und Steininger 1933, S. 784; Ostermayer 1934, S. 69; Bockmann 1952, S. 76 und 1026–1027).

Auf unserem Versuchsfeld in Kitzeberg haben wir in den letzten Jahren zahlreiche Infektionsversuche an Weizen nach verschiedenen Vorfrüchten durchgeführt[1]). Es sollte festgestellt werden, ob die Gefahr der Schwarzbeinigkeit durch die Einschaltung bestimmter Pflanzenarten herabgemindert werden kann, ohne den üblichen Zeitraum von 3–4 Jahren abzuwarten, der sonst für eine natürliche Entseuchung des Ackers notwendig ist. Die bisherigen Ergebnisse lassen noch keine endgültigen Schlußfolgerungen zu. Sie haben jedoch einige grundsätzliche Gesichtspunkte für die Vorfruchtwirkung ergeben, die mitteilenswert erscheinen.

Die Infektionsversuche an Weizen liefen sowohl im Freilande als auch in Gefäßen. Die Freilandversuche wurden auf Parzellen des Versuchsfeldes durchgeführt, die im Jahre vorher streifenweise mit verschiedenen, für Weizen gebräuchlichen Vorfrüchten bestellt waren. Im Versuchsjahr wurde quer dazu Weizen eingedrillt. Für die Gefäßversuche haben wir den Boden ebenfalls diesen Parzellen entnommen. Die Gefäße blieben aber nur solange in Gebrauch, bis der Boden von den eingesäten Pflanzen gut durchwurzelt war. Dann wurde der Erdballen vorsichtig aus den Töpfen herausgenommen und in vorbereitete Löcher auf Freilandflächen mit einheitlicher Vorfrucht umgesetzt.

Bei den künstlichen Infektionen, die mit diesen Fruchtfolgeversuchen verbunden wurden, haben wir das Infektionsmaterial (verpilzte Getreidekörner aus Reinkulturen von *O. graminis*) vor der Aussaat des Weizens unterhalb des Saatkorns in den Boden gebracht. Diese Infektionsmethode hat zweifellos Nachteile. Wir haben aber bisher noch mit ihr gearbeitet, weil wir keine bessere hatten, andererseits aber auf diesem Wege deutliche Befallsbilder erhielten.

Vorweg sei ein Gesamtüberblick über die Wirkung verschiedener Vorfrüchte auf den Ertrag des nachfolgenden Weizens gegeben. Da der Vorfrucht-

[1]) Bei den Untersuchungen sind wir von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in dankenswerter Weise unterstützt worden.

wert der einzelnen Kulturen zunächst noch nicht vergleichsweise beurteilt werden soll, haben wir uns mit der Wiedergabe relativer Ertragszahlen begnügt. Dabei wurde der Ertrag von Weizen nach Weizen mit 100 zugrunde gelegt. Auf die Infektion ist bei dieser Zusammenstellung ebenfalls noch keine Rücksicht genommen. Die Ergebnisse bringt Tabelle 1.

Tabelle 1. Einfluß verschiedener Vorfrüchte auf den Ertrag von Weizen (bezogen auf Weizen nach Weizen = 100)

Vorfrucht	Zahl der Versuchsreihen	Durchschnittlicher relativer Ertrag
Weizen	48	100,0
Gerste	18	118,4
Hafer	24	161,3
Erbsen	34	170,5
Lupinen	18	159,9
Klee	38	163,2
Raps	38	169,3
Senf	14	164,6
Steckrüben	14	171,1
Lein	18	165,7
Zuckerrüben	18	203,8
Kartoffeln	26	166,0
Brache	46	173,7

Nach Tabelle 1 ist der Weizenertrag nach Vorfrucht Weizen weitaus am niedrigsten. Nach Gerste liegt er nur wenig höher. Diese beiden Getreidearten haben sich also, in Übereinstimmung mit den bisherigen praktischen Erfahrungen, auch in den Versuchen als die schlechtesten Vorfrüchte erwiesen. Nach allen anderen Pflanzenarten lagen die Erträge um mehr als 50% höher. In der Mehrzahl der Fälle zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede. Nur nach Zuckerrüben wurde erheblich mehr geerntet. Es soll daraus jedoch nicht die Folgerung gezogen werden, daß die Zuckerrübe eine der besten oder gar die beste Vorfrucht für Weizen ist. Sie schnitt wohl im Durchschnitt aller Versuche am besten ab. In den Einzelversuchen stand sie aber nicht immer an 1. Stelle. Deswegen soll hier lediglich festgehalten werden, daß Weizen eine schlechtere Vorfrucht für Weizen ist als alle anderen.

Hieraus ergibt sich die wichtige Frage, ob niedrige Erträge, besonders bei Weizen nach Weizen, ausschließlich auf die Schwarzbeinigkeit zurückzuführen sind, oder ob es sich auch um eine reine Vorfruchtwirkung handeln kann, die nicht parasitär bedingt ist (vgl. Schaffnit 1930, S. 249). Eine Antwort auf diese Frage gaben die Versuche des Jahres 1954. In ihnen war nämlich, wahrscheinlich infolge einer starken Frühjahrstrockenheit, ein Befall nicht eingetreten, weder bei natürlicher Verseuchung noch nach künstlicher Infektion. Einige Versuchsergebnisse sind in Tabelle 2 und 3 niedergelegt. Die Erträge sind wiederum auf Weizen nach Weizen = 100 bezogen.

Die Befallsstärke wurde hier wie in allen anderen Versuchen von 0 bis 5 bonitiert. Gesunde Pflanzen wurden mit 0, schwerkranke mit 5 bezeichnet. Um festzustellen, ob die Krankheit auf diese Weise richtig beurteilt war, haben wir zusätzlich die prozentuale Befallsstärke durch Auszählen der schwer, schwach und nicht befallenen Pflanzen festgestellt und schließlich auch noch deren Bewurzelung als Kriterium herangezogen, die zu der Befallsstärke in umgekehrtem Verhältnis stand. Die übrigen Bewertungen stimmten damit weitgehend überein.

Tabelle 2. Vorfruchtwirkung auf Weizen ohne Befall durch Schwarzbeinigkeit (Erträge bezogen auf Weizen nach Weizen = 100)

Vorfrucht 1952	Befall 0–5 im Anbau 1953		Befall 0–5 im Nachbau 1954		Relative Erträge 1954	
	infiz. Serie	nicht inf. Serie	infiz. Serie	nicht inf. Serie	infiz. Serie	nicht inf. Serie
Weizen . .	3,7	2,9	0,8	1,1	100,0	122,0
Gerste . .	3,6	1,5	0,3	0,4	122,8	152,6
Hafer. . .	3,8	0,4	0,2	0,1	128,9	181,3
Erbsen . .	4,8	0,4	0,8	0,5	134,3	243,8
Lupinen. .	3,3	0,0	0,5	0,2	154,3	242,1
Klee . . .	4,0	0,8	0,4	0,1	148,5	228,1
Raps . . .	4,1	0,0	0,9	0,4	125,5	228,4
Brache . .	4,8	1,9	0,6	0,3	122,9	228,9

Tabelle 3. Vorfruchtwirkung auf Weizen ohne Befall durch Schwarzbeinigkeit (Erträge bezogen auf Weizen nach Weizen = 100)

Vorfrucht 1953	Befall 0–5		Relative Erträge	
	infiz. Serie	nicht inf. Serie	infiz. Serie	nicht inf. Serie
Weizen. . .	1,0	1,0	100,0	100,0
Erbsen . . .	1,2	0,8	122,7	153,4
Klee	1,0	0,8	118,8	149,0
Raps. . . .	1,5	1,1	118,8	127,1

Die Tabelle 2 bezieht sich auf einen Versuch, der bereits im Jahre 1953 als Gefäßversuch in der Vegetationshalle angelegt wurde und einen sehr deutlichen Infektionserfolg zeigte (siehe Spalte 2). Die Erträge des Weizens konnten allerdings in diesem Jahre nicht verwertet werden, da sie, infolge starken Mehltaubefalls, zu niedrig waren. Im Jahre 1954 wurde dieser Versuch ohne Neuinfektion nochmals mit Weizen besät und unter Freilandbedingungen zu Ende geführt. Obwohl aus dem Jahre 1953 eine Bodenverseuchung vorlag, trat 1954 kein deutlicher *Ophiobolus*-Befall auf. Eine unterschiedliche Vorfruchtwirkung war aber trotzdem zu erkennen. Nach Weizen ergab sich wiederum der weitaus geringste Ertrag[1]). Dasselbe Ergebnis bringt Tabelle 3. Diese stellt eine Zusammenfassung aus 3 anderen Versuchen des Jahres 1954 dar, die mit geringfügigen Variationen einander parallel liefen und im Hinblick auf die Vorfruchtwirkung als Wiederholungen gewertet werden konnten. Die Wiedergabe der Ertragszahlen erstreckt sich nur auf die Vorfrüchte Weizen, Erbsen, Klee und Raps. Da Hafer, Lupinen, Senf usw. keine Besonderheiten in bezug auf die Vorfruchtwirkung brachten, sind die hier gefundenen Ertragswerte nicht mit aufgeführt.

Aus Tabelle 3 geht, ebenso wie aus Tabelle 2, eindeutig hervor, daß eine ungünstige Wirkung des Weizens und eine günstige der übrigen Kulturen auch dann zutage tritt, wenn kein Befall durch Schwarzbeinigkeit vorliegt. Dieser Befund steht im Einklang mit Freilandbeobachtungen auf einer „Dauerweizenparzelle“ unseres Versuchsfeldes, wo lange nicht in jedem Jahre Schwarzbeinigkeit auftrat, wo aber immer schlechte Ernten erzielt wurden.

[1]) Warum die relativen Ertragswerte in der 1953 „infizierten“ Serie weitaus niedriger liegen als in der „nicht infizierten“, soll hier nicht näher besprochen werden. Das ist einer späteren Veröffentlichung vorbehalten, die sich mit der Infektionswirkung von *O. graminis* befassen soll.

Es ergibt sich hieraus zwangsläufig die Frage, wie die Weizenerträge von den einzelnen Vorfrüchten beeinflußt werden, wenn ein Befall mit *O. graminis* hinzutritt. Hierauf gaben die Versuche von 1953 Antwort. In diesem Jahre waren die Vorbedingungen für die Krankheit günstig. Sowohl bei natürlicher Verseuchung als auch nach künstlicher Infektion traten deutliche Befallsbilder auf. Ein aus 3 gleichlaufenden Versuchen erzieltes Ergebnis enthält Tabelle 4. Auch hier erstreckt sich die Wiedergabe nur auf die Vorfrüchte Weizen, Erbsen, Klee und Raps.

Tabelle 4. Vorfruchtwirkung auf Weizen mit Befall durch Schwarzbeinigkeit (Erträge bezogen auf Weizen nach Weizen = 100)

Vorfrucht	Befall 0–5		Relative Erträge	
	infiz. Serie	nicht inf. Serie	infiz. Serie	nicht inf. Serie
Weizen . . .	4,0	2,5	100,0	100,0
Erbsen . . .	2,6	1,1	192,2	157,0
Klee	2,5	0,9	187,9	158,0
Raps	2,6	1,3	187,9	183,9

Die Tabelle 4 zeigt einen sehr deutlichen Unterschied im Befall der „infizierten" und „nicht infizierten" Versuchsreihen. Die künstliche Infektion war also eindeutig geglückt. Die relativen Erträge sind aber wiederum nach Weizen weitaus am geringsten. Nach den übrigen Vorfrüchten liegen sie wesentlich höher. Die Vorfruchtwirkung bleibt also erkennbar, auch wenn ein Befall durch Schwarzbeinigkeit hinzutritt. Die Auswirkung der Krankheit ist aber nicht belanglos. Die Ertragsunterschiede zwischen Weizen nach Weizen und Weizen nach den übrigen Vorfrüchten sind gerade dort am größten, wo der Befall am schwersten ist, nämlich in der „infizierten" Serie. Die ungünstige Vorfruchtwirkung des Weizens wird also durch das Hinzutreten der Krankheit deutlich verschlimmert. Nach den übrigen Vorfrüchten sind die Befallszahlen niedriger. Hier dürfte deswegen auch der Verlust geringer sein. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang auch, daß in den Versuchen des Jahres 1954, die in Tabelle 3 wiedergegeben sind und eine Wiederholung der Versuche von 1953 in Tabelle 4 darstellen, die relativen Erträge niedriger liegen als 1953, weil in diesem Jahr der Befall geringer war oder überhaupt ausblieb. In den relativen Erträgen spiegelt sich also deutlich die Befallswirkung wider. Im ganzen kann aus den 2jährigen Versuchsergebnissen die Folgerung gezogen werden, daß die Vorfrucht der eigentliche ertragsbestimmende Faktor ist und daß die Schwarzbeinigkeit offenbar nur bei einem Anbau von Weizen nach Weizen stärker ins Gewicht fällt, weil hier 2 ertragsmindernde Faktoren zusammentreffen. Nach den gesunden Vorfrüchten scheint der Einfluß der Schwarzbeinigkeit wesentlich geringer zu sein. Jedenfalls wird die günstige Vorfruchtwirkung durch Hinzutreten der Krankheit nur verschoben, aber nicht aufgehoben.

Um für eine klare Beurteilung der letzten Frage, wie stark sich ein *Ophiobolus*-Befall an Weizen nach gesunden Vorfrüchten auf den Ertrag auswirken kann, nach Möglichkeit zahlenmäßige Unterlagen zu bekommen, haben wir die Ertragsverluste in Prozent berechnet, die durch die künstliche Infektion entstanden waren. Nach Vorfrucht Weizen war das nicht möglich, weil sich hier natürliche Verseuchung und künstliche Infektion überlagerten

und insbesondere auch die Kontrollen krank waren. Bei den übrigen Vorfrüchten dagegen waren die Kontrollen gesund. Hier ließ sich daher auch der Ernteverlust zahlenmäßig erfassen. Die Ergebnisse bringt Tabelle 5.

Tabelle 5. Erträge von „infiziertem“ Weizen nach verschiedenen Vorfrüchten, verglichen mit Weizen nach Weizen, „nicht infiziert“ = 100

Vorfrucht	Zahl der Versuchsreihen	Durchschnittlicher prozent. Verlust durch Infektion	Durchschnittlicher relativer Ertrag
Hafer	4	—13,1	171,1
Erbsen.	7	—18,7	172,2
Lupinen	2	—18,9	120,1
Klee	4	—12,5	204,3
Raps	7	—16,3	177,3
Senf.	5	—12,3	237,2
Steckrüben . .	3	—14,5	171,2
Lein	4	—14,2	140,6
Zuckerrüben . .	5	—10,8	180,0
Kartoffeln . . .	3	—17,6	141,8
Brache.	5	—19,8	226,8

Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, hatte der Weizen nach den verschiedenen Vorfrüchten einen durchschnittlichen Ertragsverlust von 10 bis 20% erlitten. Wenn wir den Ertrag der in dieser Höhe geschädigten Versuchsreihen in Beziehung setzten zu den Erträgen von Weizen nach Weizen (= 100), so ergab sich wieder dasselbe wie in allen vorhergehenden Versuchen, daß nämlich die Erträge immer noch höher lagen als bei Weizen nach Weizen, zum Teil sogar um mehr als 100%. Wenn also im Freiland ein Weizen nach einer gesunden Vorfrucht einen Minderertrag durch die Schwarzbeinigkeit erleidet, so fällt der Verlust doch nicht so ins Gewicht, als wenn Weizen nach Weizen angebaut worden wäre.

Es wurde eingangs darauf hingewiesen, daß bisher noch keine sicheren Anhaltspunkte dafür gewonnen werden konnten, ob die gesunden Weizenvorfrüchte sich in ihrer „Schutzwirkung“ gegen die Schwarzbeinigkeit am nachfolgenden Weizen so wesentlich unterscheiden, daß daraus kurzfristig wirksame Maßnahmen gegen die Krankheit hergeleitet werden können. Abschließend soll aber doch versucht werden, an Hand der vorliegenden Ergebnisse wenigstens ein Urteil darüber zu gewinnen, ob überhaupt Aussicht besteht, auf diesem Wege weiterzukommen. Zunächst sei auf die Tabelle 5 verwiesen, die nur geringe Unterschiede im Ertragsverlust bei Weizen nach verschiedenen Vorfrüchten zeigt. Es hebt sich also keine Vorfrucht durch eine besonders günstige Wirkung heraus. Auch die relativen Erträge geben keinen positiven Hinweis. In den Einzelversuchen sind sie zwar sehr unterschiedlich, aber es ergab sich keinerlei Regelmäßigkeit; mal wurde nach der einen Vorfrucht, mal nach einer anderen der beste Weizenertrag erzielt. Für die am meisten benutzten Vorfrüchte Erbsen, Klee und Raps sind die entsprechenden Zahlen in Tabelle 6 zusammengefaßt.

Innerhalb der senkrechten Reihen schwanken die relativen Erträge natürlich sehr, weil die Versuche nicht zur gleichen Zeit liefen und sowohl mit Winterweizen als auch mit Sommerweizen durchgeführt wurden. Auch wurden in den beiden Versuchsjahren Böden verschiedener Herkunft benutzt. Dadurch waren die Entwicklungsbedingungen des Weizens als Versuchsfrucht größten Schwankungen unterworfen, die verschiedene hohe Erträge bedingten. Auch

Tabelle 6: Relative Weizenerträge nach Vorfrucht

Erbsen	Klee	Raps
170,5	163,2	169,3
134,3	148,5	125,5
243,8	228,1	228,4
122,7	118,8	118,8
153,4	149,0	127,1
192,2	187,9	187,9
157,0	158,0	183,9
172,2	204,3	177,3
D = 168,3	D = 169,7	D = 164,8

der unterschiedliche Befall in den beiden Jahren dürfte mitgesprochen haben. Vergleichen wir aber in den waagerechten Reihen die Weizenerträge nach den verschiedenen Vorfrüchten miteinander, so reichen die Unterschiede für eine positive Beantwortung der oben gestellten Frage nicht aus. Zwar steht die Erbse in 5 von 8 Fällen an erster Stelle; zweimal trifft das aber auch für Klee und einmal für Raps zu. In 3 Fällen rangiert der Klee vor dem Raps. In 3 Fällen ist es aber auch umgekehrt. Im Endresultat, dem Durchschnittswert aus allen Versuchen ergeben sich daher auch keine wesentlichen Unterschiede. Es ist also nach den bisherigen Versuchsergebnissen unwahrscheinlich, daß die gesunden Weizenvorfrüchte sich in ihrer „Schutzwirkung" gegen die Schwarzbeinigkeit so wesentlich unterschieden, daß daraus kurzfristig wirksame Maßnahmen gegen die Krankheit hergeleitet werden können.

Unberührt bleibt davon natürlich, daß verschiedene Pflanzenarten auf indirektem Wege einem Befall entgegenwirken. Wenn beispielsweise nach Hackfrüchten die Schwarzbeinigkeit nicht so stark auftritt, so liegt das nicht in einer besseren Schutzfähigkeit dieser Pflanzen an sich, sondern darin begründet, daß die späte Hackfruchternte auch eine späte Aussaat des Winterweizens bedingt, die ihrerseits den Befall zurückhält. Von großer Bedeutung ist es auch, ob Weizen nach einjährigen oder nach mehrjährigen Kulturen angebaut wird. Wenn z. B. der Klee nach einjähriger Nutzung sich in seiner „Schutzwirkung" nicht wesentlich von anderen einjährigen Kulturen unterscheidet, so dürfte er bei einer mehrjährigen Nutzung zweifellos zu einer Herabsetzung der Krankheitsgefahr führen, weil dann zwangsläufig der Abbau einer anfälligen Halmfrucht für längere Zeit unterbleibt und damit eine allmähliche Bodenentseuchung auf natürlichem Wege stattfindet.

Für die Praxis ergeben sich aus den hier mitgeteilten Versuchsergebnissen folgende Hinweise:

Der Anbau von Weizen nach Weizen ist unbedingt zu vermeiden. Meistens ist mit ihm ein starker Befall durch Schwarzbeinigkeit verbunden, der erhebliche Mindererträge, wenn nicht gar Mißernten verursachen kann. Aber auch in den Jahren, in denen die Krankheit infolge besonderer Umweltbedingungen nicht auftritt, fällt der Ertrag gegenüber anderen Vorfrüchten ab, weil die Vorfrucht Weizen als solche ungünstig ist. Ähnlich liegen die Verhältnisse wahrscheinlich auch nach Gerste und Roggen, die in den Versuchen zwar nicht eingehender berücksichtigt worden sind, die aber in der Praxis als ungünstige Weizenvorfrüchte bekannt sind.

Hafer und andere Feldfrüchte, die selber von der Schwarzbeinigkeit nicht befallen werden, sind durchweg gute Vorfrüchte für Weizen. Das kommt in den wesentlich besseren Erträgen zum Ausdruck. Aber auch, wenn nach ihnen, infolge einer weiter zurückliegenden Bodenverseuchung, ein Befall mit Schwarzbeinigkeit auftritt und gewisse Ernteverluste hervorruft, sind die Erträge immer noch besser, als wenn Weizen nach einer ungünstigen Vorfrucht angebaut wor-

den wäre. Die Einschaltung einer gesunden Vorfrucht setzt also die Gefahr eines größeren Verlustes auf jeden Fall herab.

Die gesunden Vorfrüchte scheinen sich in ihrer „Schutzwirkung“ gegen die Schwarzbeinigkeit am nachfolgenden Weizen nicht wesentlich zu unterscheiden. Eine Herabminderung der Gefahr auf indirektem Wege, so z. B. durch späte Saat (nach Hackfrüchten) oder mehrjährige Nutzung (nach Klee) ist aber trotzdem möglich.

Literatur.

Blunck, H.: Die Umstellung im Getreidebau und die Pflanzenkrankheiten. 2. Die Fußkrankheiten des Getreides. Mitt. DLG **48**, 286–288, 1933.

Bockmann, H.: Neuere Beobachtungen über die Zusammenhänge zwischen Fruchtfolge und Fußkrankheiten bei Weizen und Erbsen. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst **4**, 5, 76–77, 1952.

— — Beobachtungen über Fußkrankheiten am Weizen. Bauernblatt/Landpost Schleswig-Holstein 6/**102**, 1026–1027, 1952.

Hempelmann und Steininger: Beobachtungen über Fußkrankheit an Weizen. Mitt. DLG. **48**, 783–785, 1933.

Meyer-Bahlburg: Ursachen des besonders starken Halmtöterbefalls. Dtsch. Landw. Presse **59**, 588 und 603, 1932.

Müller-Kögler, E.: Die Anfälligkeit der Hauptgetreidearten gegenüber *Ophiobolus graminis* Sacc. Z. Pflkrankheiten **44**, 481–485, 1934.

Ostermeyer, A.: Statistische Studien über das Auftreten und die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Prakt. Blätter f. Pflbau und Pflschutz **12**, 61–71, 1934.

Schaffnit, E.: Ertragseinbußen im Getreidebau durch Fußkrankheiten. Mitt. DLG **45**, 247–251, 1930.

Weigert, J. und Weizel, H.: Über das Auftreten der Fußkrankheiten bei Getreide, vor allem bei Winterweizen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Vorfrüchte. Prakt. Blätter f. Pflbau und Pflschutz **11**, 249–261, 1934.

Versuche zur Bekämpfung des Schneeschimmels (*Fusarium nivale* Ces.) bei Winterroggen in Höhenlagen mit Stäube- und Spritzmitteln im Spätherbst

Von Fritz Wagner.

Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Außenstelle Bayreuth.

Vorläufige Mitteilung.

Mit 2 Abbildungen.

Seit den grundlegenden Untersuchungen von Hiltner (1911) ist die Beizung des Saatgutes mit quecksilberhaltigen Mitteln die wichtigste Maßnahme zur Verhinderung von *Fusarium*-Schäden beim Winterroggen. In Höhenlagen mit regelmäßig länger andauernder Schneedecke bietet die Saatgutbeizung allein jedoch keinen ausreichenden Schutz gegen die Auswinterung des Winterroggens durch den Schneeschimmelpilz (*Fusarium nivale* Ces.). In schneereichen Jahren müssen hier trotz Beizung und verstärkten Aussaatmengen vielfach in größerem Umfang durch Schneeschimmelbefall ausgewinterte Roggenflächen umgebrochen werden oder bringen bei lückenhafter Bestandesdichte nur sehr unbefriedigende Erträge.

Nach Pichler (1952) sind hinsichtlich der Gefährdung des Winterroggens durch Schneeschimmelauswinterung in Abhängigkeit von der Dauer der

Schneebedeckung drei Gebietsgruppen zu unterscheiden. Wo die Zahl der Tage mit Schneebedeckung unter 50 liegt, pflegt der Schneeschimmel überhaupt nicht oder nur selten aufzutreten. In Lagen mit 50–100 Tagen Schneebedeckung ist dagegen häufig mit Schneeschimmelauswinterung zu rechnen und kann in Wintern mit größeren Schneemengen sehr starker Befall auftreten, so daß mitunter befallene Saaten umgebrochen werden müssen. In Gebieten mit über 100 Tagen Schneebedeckung tritt die Schneeschimmelauswinterung jedoch regelmäßig mehr oder weniger stark auf und kann die Saat insbesondere in schneereichen Wintern vollkommen vernichtet werden.

In Bayern sind Gebiete mit im langjährigen Durchschnitt 60–100tägiger Schneebedeckung (Klimaatlas von Bayern, 1952) durchwegs alle Höhenlagen zwischen 500–700 m. Es sind somit große Teile von Schwaben, Ober- und Niederbayern, der Oberpfalz und Oberfranken zumindestens in schneereichen Jahren stark schneeschimmelgefährdet. Alle ausgesprochenen Höhenlagen über 700 m im Frankenwald, Fichtelgebirge, Oberpfälzer und Bayerischen Wald sowie das eigentliche Alpenvorland haben fast jährlich über 100 Tage Schneebedeckung und sind Schneeschimmeldauerschadgebiete.

Die Frage, ob hier in den Höhenlagen unter der langandauernden Schneedecke die *Fusarium*-Auswinterung des Roggens trotz Beizung des Saatgutes von im Korninnern befindlichen Dauerformbildungen des *Fusarium*-Pilzes (Pichler 1952) ihren Ausgang nimmt oder aber die Infektion der Pflanzen von im Boden an sich vorkommenden *Fusarium*-Pilzen ausgeht, auf deren allgemeines Vorkommen erst Schaffnit und Neumann (1953, S. 438) erneut hingewiesen haben, bedarf einer weiteren Klärung.

Dabei stellt gerade der Roggen vielfach die Hauptbrotfrucht dieser schneeschimmelgefährdeten Höhenbetriebe dar. Außerdem hat der Roggen hier die wichtige betriebswirtschaftliche Aufgabe, den Strohmangel dieser Betriebe zu mildern, denn verbreitet bedingt der Strohmangel die hier noch stärkere Heranziehung der Waldstreu mit all ihren Nachteilen waldbaulicher und ackerbaulicher Art. Allgemein ist außerdem zu berücksichtigen, daß durch Schneeschimmelbefall ausgelichtete Winterroggenbestände neben verringerten Korn- und Stroherträgen eine stärkere Verunkrautung des Ackerlandes bedingen.

Schon 1940 hat Pichler über Erfolge in der Schneeschimmelbekämpfung in Höhenlagen durch Bodenbehandlungen mit einem P-Mittel (Hoechst) berichtet. Damals scheiterte eine praktische Anwendung des Verfahrens wohl an der Wirtschaftlichkeit. Da inzwischen jedoch ähnliche Mittel als Bodenbehandlungsmittel zur Zwergbrandbekämpfung des Weizens (Wagner 1948, 1950, 1953, 1954; Warmbrunn 1950, 1953, 1954; Röder 1953) sich in der Praxis einzuführen beginnen, erschien eine Prüfung dieser neuen Mittel auch gegen *Fusarium* angezeigt.

Es wurden daher ab 1953 in Gewächshausversuchen vergleichende Prüfungen der Zwergbrandbekämpfungspräparate als Bodenbehandlungsmittel gegen *Fusarium* durchgeführt. Fusariöses, ungebeiztes Roggensaatgut wurde in Erdkästen ausgelegt und auf die Bodenoberfläche pentachlornitrobenzol- und hexachlorbenzolhaltige Stäubemittel (100 kg/ha) aufgestäubt. Die Auszählungen der sich später an der Bodenoberfläche bildenden *Fusarium*-Myzelstellen zeigte (Tab. 1), daß mit den pentachlornitrobenzolhaltigen Mitteln eine restlose Unterdrückung der *Fusarium*-Pilzentwicklung erzielt werden konnte (Ab. 1), während die hexachlorbenzolhaltigen Mittel nur eine schwache *Fusarium*-Wirkung entwickelten.

Tabelle 1. Gewächshausversuche gegen Schneeschimmel (*Fusarium nivale* Ces.).

Behandlung	Zahl der Pflanzen mit oberirdischer Fusariummyzelentwicklung in Prozent				
	Kasten 1	Kasten 2	Kasten 3	Kasten 4	Durchschnitt 1–4
Unbehandelt	20,0	23,5	25,0	37,5	26,5
100 kg/ha hexachlorbenzolhaltiges Stäubemittel	7,5	13,0	15,0	16,5	13,0
100 kg/ha pentachlornitrobenzolhaltiges Stäubemittel	0	0	0	0	0

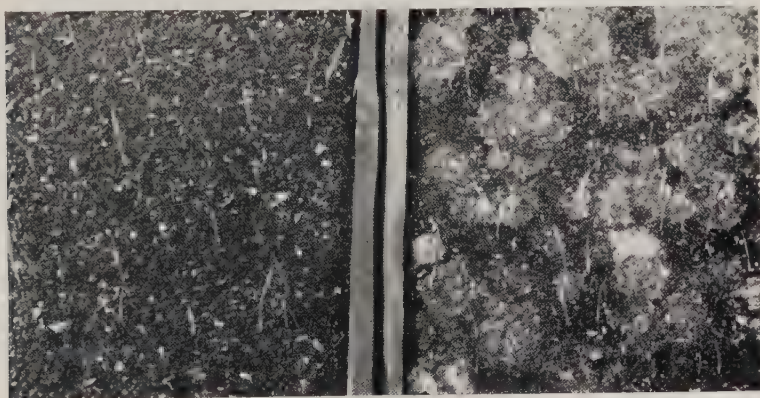


Abb. 1. Versuchskästen mit fusariösem Roggen. Links: bestäubt mit 100 kg/ha Brassicol-Super-Stäubemittel; rechts: unbehandelt, mit Schneeschimmelmyzel.

Im Spätherbst 1954 wurden daher drei Feldversuche in schneesicheren Höhenlagen mit Brassicol-Super-Stäubemittel auf 25 50 qm großen Parzellen mit 3–4facher Wiederholung zu Petkuser Winterroggen angelegt. Bei allen Versuchsstellen war mit quecksilberhaltigen Mitteln gebeizter Roggen zur Aussaat verwendet worden. Die Ausbringung der Stäubemittel erfolgte auf die aufgelaufenen Saaten zwischen dem 2. 11. und 16. 12. 1954, bei allen Versuchsstellen somit vor der Bildung der andauernden Schneebedeckung. Das Brassicol-Super-Stäubemittel wurde in einer Dosierung von 50, 75 und 100 kg/ha angewendet.

Die Versuche zeigten (Tab. 2), daß schon mit 50 kg/ha Brassicol-Super-Stäubemittel eine Schneeschimmelauswinterung von 51% ausreichend verhindert werden konnte. Eine ununterbrochene Schneebedeckung hatte auf dieser Versuchsfläche 83 Tage gelegen, nämlich vom 1. 1.–21. 3. 1955.

Tabelle 2. Schneeschimmelbekämpfungsversuch mit fungiziden Stäubemitteln.

Behandlung	Schneeschimmelbefall in Prozent		
	Versuch I	Versuch II	Versuch III
Unbehandelt	51,51	30,61	50,38
Brassicol-Super-Stäubemittel 50 kg/ha	1,24	—	—
Brassicol-Super-Stäubemittel 75 kg/ha	3,25	1,25	—
Brassicol-Super-Stäubemittel 100 kg/ha	0	0	0

In zwei weiteren Versuchen (IV und V) wurden zur Behandlung 30 kg/ha Brassicol-Super-Spritzmittel angewendet. Da auf der Versuchsfläche IV die ununterbrochene Schneebedeckung am längsten (90 Tage) gelegen hatte und dieser Roggenbestand außerdem im Spätherbst stärker entwickelt war, trat hier von allen Versuchsstellen die stärkste Auswinterung mit 63% auf. Sie konnte durch die Anwendung von 30 kg/ha Brassicol-Super-Spritzmittel restlos verhindert werden (Abb. 2).



Abb. 2. In Höhenlagen trotz Beizung durch Schneeschimmelbefall ausgewinterter Roggenschlag, in dem eine behandelte Versuchsparzelle (30 kg/ha Brassicol-Super-Spritzmittel) lückenlosen Pflanzenbestand aufweist.

Bei Versuch V, wo genaue Beobachtungen über die Dauer der ununterbrochenen Schneebedeckung nicht vorliegen, betrug die Schneeschimmelauswinterung 40%. Auch hier konnte durch 30 kg/ha Brassicol-Super-Spritzmittel der *Fusarium*-Befall ganz verhindert werden.

Weitere Versuche in schneereichen Jahren werden zeigen müssen, ob auch unter günstigsten Entwicklungsbedingungen für den Schneeschimmelpilz, wie sie unter einer über 3 Monate dauernden Schneedecke gegeben sind, der Wirkstoffanteil von 50 kg/ha Brassicol-Super-Stäubemittel ausreicht. Da in den diesjährigen Versuchen bei einer Auswinterung von 51% zwischen Gaben von 100, 75 und 50 kg/ha Brassicol-Super-Stäubemittel jedoch kein wesentlicher Unterschied aufgetreten ist, kann mit größter Wahrscheinlichkeit schon heute der Wirkstoffgehalt von 50 kg/ha Brassicol-Super-Stäubemittel als allgemein ausreichend für eine befriedigende Schneeschimmelbekämpfung angesehen werden und dürfte bei Brassicol-Super-Spritzmittel eine Dosierung von 20 kg/ha genügen.

Die Wirtschaftlichkeit dieser Bodenbehandlung ist für Höhenlagen mit regelmäßigen Schneeschimmelschäden sicher gegeben. Es bleibt hier nämlich zu berücksichtigen, daß in diesen Gebieten mit Rücksicht auf den zu erwartenden *Fusarium*-Befall des Winterroggens schon bis zu 150 kg/ha Saatgut mehr je Hektar ausgebracht werden, die bei Anwendung einer Bodenbehandlung weitgehendst eingespart werden können.

Vielfach sind heute in durch Schneeschimmelauswinterung gefährdeten Betrieben auch Äcker vorhanden, die wegen der regelmäßigen Auswinterung z. Z. überhaupt nicht mehr mit Roggen bestellt werden. Hier wird es in Zukunft möglich sein, diese Schläge bei Anwendung des Bodenbehandlungsverfahrens wieder in eine geordnete Fruchtfolge einzubeziehen.

Inwieweit in den ausgedehnten Höhenlagen zwischen 500 und 700 m mit nur in schneereicheren Jahren stärkerer *Fusarium*auswinterungsgefahr die Bodenbehandlungsmethode wirtschaftlich angewendet werden kann, müssen die Erfahrungen zeigen. Für diese Gebiete wäre eine Voraussagemöglichkeit des Wetterdienstes über schneereiche Winter von größter Bedeutung, so daß im Spätherbst des betreffenden Jahres eine entsprechende Warnmeldung für die *Fusarium*-gefährdeten Lagen gegeben werden könnte. Sicher aber kommt hier heute schon eine Teilbehandlung zumindestens einzelner Schläge, insbesondere in unmittelbarer Waldnähe, an Hecken, Schneezäunen oder unterhalb von Böschungen und in Mulden in Betracht.

Als allgemeine Richtlinie wird im Augenblick schon gelten können, daß überall dort, wo wegen der Gefährdung der Winterroggenschläge durch Schneeschimmelauswinterung erhöhte Saatgutmengen verwendet werden oder z. Z. Roggen überhaupt nicht angebaut wird, eine wirtschaftliche *Fusarium*-Bekämpfung durch die Bodenbehandlungsmethode möglich ist.

Zusammenfassung.

In Höhenlagen mit länger andauernder Schneebedeckung reicht die Beizung des Saatgutes mit quecksilberhaltigen Mitteln allein nicht aus, um die Auswinterung des Roggens durch den Schneeschimmelpilz (*Fusarium nivale* Ces.) zu verhindern.

Die in letzter Zeit für die Bekämpfung des Zwergbrandes bei Weizen entwickelten Spritz- und Stäubemittel wurden daher in Gewächshaus- und Feldversuchen auch gegen den Schneeschimmelerreger bei Roggen geprüft.

Pentachlornitrobenzolhaltige Präparate erwiesen sich bei Anwendung im Spätherbst auch als hinreichend wirksam gegen die Auswinterung des Roggens durch *Fusarium nivale* Ces. Da in bisherigen Feldversuchen bei einer Schneebedeckung von 83 Tagen schon der Wirkstoffgehalt von 50 kg/ha Brassicol-Super-Stäubemittel zur Schneeschimmelbekämpfung ausreichte, dürfte für regelmäßig *Fusarium*-gefährdete Lagen jetzt eine wirtschaftliche Methode zum Schutz des Roggens gegen Schneeschimmelauswinterung gegeben sein.

Für Gebiete mit nur in schneereichen Jahren stärkerer Schneeschimmelauswinterungsgefahr ist in Zusammenarbeit mit dem Wetterdienst die Ausarbeitung einer Warnmöglichkeit zum Spätherbst anzustreben.

Literatur.

Hiltner und Jhssen: Über das schlechte Auflaufen und die Auswinterung des Getreides. Landw. Jahrb. für Bayern **1**, 323, 1911.

Pichler, F.: Zur Frage der Bekämpfung des Schneeschimmels. — Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst **20**, 73–74, 1940.

— — Die Bekämpfung des Schneeschimmels (*Fusarium*) mit chemischen Mitteln im Spätherbst. — Pflanzenschutzberichte **1**, 14–26, 1947.

— — Über die Prüfung von Roggensorten auf ihre Anfälligkeit für Schneeschimmel (*Fusarium*). — Pflanzenschutzberichte **8**, 33–43, 1952.

Röder, K.: Über eine Infektionsmethode und die Bekämpfung des Weizen-Zwergsteinbrandes (*Tilletia tritici nanifica* = *Tilletia brevifaciens*), (Vorl. Mitt). — Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **5**, 140–141. 1953.

Wagner, F.: Über das Auftreten von Zwergsteinbrand in Bayern. — Pflanzenschutz **1**, 1–2, 1948.
— — Auftreten, Sporenkeimung und Infektion des Zwergsteinbrandes an Weizen.— Z. für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **1**, 1–13, 1950.
— — Neuere Ergebnisse zur Bekämpfung des Zwergsteinbrandes. — Mitteilungen der Biologischen Zentralanstalt Berlin-Dahlem **74**, 135–139, 1952.
— — Versuche zur Bekämpfung des Zwergbrandes an Weizen mit verschiedenen Bodenbehandlungsmitteln und Verfahren. — Z. für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **4**, 145–151, 1953.
— — Bekämpfung des Zwergbrandes mit Spritz- und Stäubemitteln. — Z. für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **5**, 155–159, 1954.
Warmbrunn, K.: Untersuchungen über den Zwergsteinbrand. — Diss. Hohenheim 1950.
— — Neue Wege zur Zwergsteinbrandbekämpfung. — Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **5**, 154–157, 1953.
— — Ergebnisse diesjähriger Versuche gegen Zwergbrand. — Z. für Pflanzenbau und Pflanzenschutz **5**, 152–154, 1954.
Zentralamt des Wetterdienstes (Bad Kissingen): Klimaatlas von Bayern 1952.

Die Hauptfruchtform (Ascus-Form) von *Beauveria bassiana* (Vuill.) Link und *B. densa* (Vuill.) Link

Von Bruno Schaerffenberg, Graz.

Mit 11 Abbildungen.

Die Gruppe der *Fungi imperfecti* enthält bekanntlich zahlreiche insektentötende Arten. Von praktischer Bedeutung sind vor allem die Vertreter der Gattungen *Isaria* (Pers.), *Beauveria* (Vuill.), *Verticillium* (Nees.) und *Oospora* (Wallr.). Die meisten *Isaria*-Arten werden als Konidienformen von *Cordyceps* sp. angesehen, ebenso *B. bassiana* (Vuill.) Link. Diese Auffassung gründet sich auf die große Ähnlichkeit der Konidienbildung dieser Formen. Da sich die Fruchthyphen von *Beauveria* häufig zu isariaförmigen, aber nur konidientragenden Stromata (Coremien) vereinen, werden sie häufig mit *Isaria* verwech-

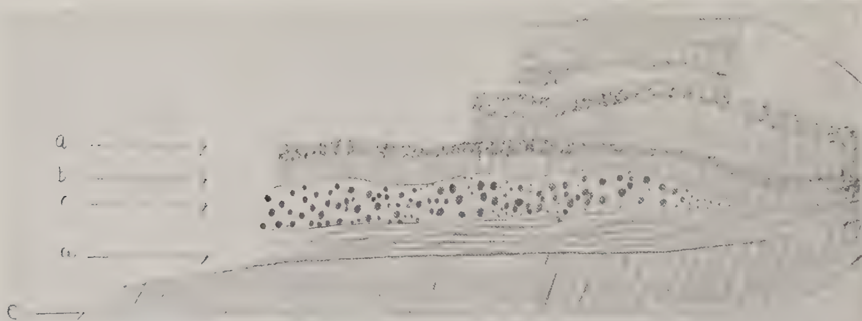


Abb. 1. Unterer Teil einer Röhrchenkultur (Schrägagar) von *B. densa*, schräg von der Seite gesehen. Vergrößerung 4fach. a = Konidienhäufung, b = Konidienträger, c = Perithezienschicht, d = Myzel, e = Nährboden.

selt. *B. densa* (Vuill.) Link ist von einigen Autoren sogar zu *Isaria* gestellt und *Isaria densa* (Link) Fr. benannt worden. Außer den *Cordyceps*-Arten wurde auch *Melanospora parasitica* Tul. als Schlauchfruchtform von *B. bassiana* (Vuill.) Link angesehen (Tulasne 1861–1865). Kihlmann (nach Lakon 1914) teilt

diese Meinung nicht und hält diesen Pilz für einen Hyperparasiten von *B. bassiana* Vuill., *Isaria farinosa* (Dicks.) Fries und *Cordyceps militaris* (L.) Link.

Demgegenüber haben unsere jahrelangen Untersuchungen den Beweis dafür erbracht, daß wir es bei *Beauveria bassiana* (Vuill.) Link und *B. densa*



Abb. 2. Myzel mit Ascogon und Antheridien von *B. bassiana*. Vergrößerung 480fach.



Abb. 3. Myzel mit Ascogon und Antheridien von *B. densa*. Vergrößerung 480fach.

(Vuill.) Link weder mit Konidienformen von *Cordyceps* sp., noch anderen insektentötenden Pilzen zu tun haben, sondern mit selbständigen Arten. Das geht vor allem daraus hervor, daß beide Pilze jeder eine eigene Schlauchfruchtform ausbilden, und zwar in sehr charakteristischer, von *Cordyceps* abweichender Weise. Die Perithezien von *B. densa* und *B. bassiana* entwickeln sich näm-

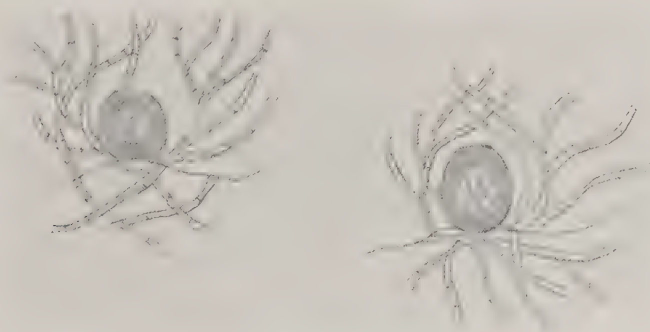


Abb. 4. Oosporen von *Beauveria bassiana* (umgebendes Hyphengeflecht teilweise weggelassen). Vergrößerung 480fach.

lich nicht an besonderen, kolbenförmigen Myzelkörpern, sondern am freien, gestaltlosen Myzel unterhalb der Konidienschicht. Von dieser Konidienschicht verborgen haben sie sich bisher dem Auge des Forschers entziehen können. Offen treten die Perithezien dieser beiden insektenpathogenen Pilze

nur an den Rändern der Kulturschalen zu Tage, die dem Wachstum des Myzels Einhalt gebieten. Die Myzelschicht (Stroma), in welche die Fruchtkörper eingesenkt sind, hebt sich mit ihren längsverlaufenden, etwas dunkleren Hyphen deutlich gegen die hellere Konidienschicht ab. Auf künstlichen Nährböden — sofern diese den Ernährungsansprüchen entsprechen — bilden die Pilze auch im Inneren derselben die Ascusfruchtform aus. Die in Schichten angeordneten Perithezien sind bereits mit unbewaffnetem Auge als kleine, dunkle Pünktchen längs der Glaswand wahrzunehmen (Abb. 1). Am verpilzten Insekt können die Perithezien äußerlich nicht in Erscheinung treten. Sie werden hier erst im mikroskopischen Präparat sichtbar.

Sowohl in der künstlichen Kultur als auch an der Mumie beginnt die Entwicklung des Gametophyten bereits während des Myzeldurchbruchs nach außen bzw. auch schon vorher (künstlicher Nährboden). Unmittelbar nach dem Erscheinen des Myzels an der Oberfläche findet man im Quetschpräparat zahlreiche Ascogone und Antheridien, teilweise in Copula (Abb. 2 u. 3). Die empfängnisbereiten Ascogone sind an der Spitze mit einer mehr oder weniger langen, aufrechtstehenden Trichogyne ausgerüstet und erhalten so die Gestalt einer verdickten Spindel. Die Antheridien treten als oft sichelförmig gebogene, etwas verdickte Hyphenenden auf. Bei der Kopulation tritt die Spitze der Antheridien in bekannter Weise in Kontakt mit der Trichogyne, die den Übertritt der männlichen Kerne in das weibliche Gametangium vermittelt. Das befruchtete Ascogon bildet sich innerhalb von 24 Stunden zur kugeligen bis ovalen, in dichtes Hyphengeflecht eingebetteten Oospore um (Abb. 4), der bald darauf zahlreiche ascogene Hyphen entsprießen, deren Enden zu kolbenförmigen Ascusanlagen anschwellen (Abb. 5). Eine Woche nach dem Durchbruch des Myzels sind die Perithezien ausgebildet. Sie haben krug- bis flaschenförmige Gestalt, sind oft breiter als lang, oben geöffnet und zunächst noch gelb gefärbt und durchsichtig, so daß die zahlreichen, spitz zulaufenden Asci deutlich hervortreten (Abb. 6 u. 7). Sie sind nicht in ein Hymenium gebettet, sondern füllen die Perithezienhöhlung nahezu aus. Die Ausmaße der Perithezien beider Pilzarten schwanken in weiten Grenzen von 0,04–0,25 mm Länge und 0,03–0,3 mm Breite. Bei *B. bassiana* ist die Mehrzahl der Perithezien recht klein, während bei *B. densa* in der Regel die größeren Fruchtkörper überwiegen.



Abb. 5. Oospore von *Beauveria bassiana* mit ascogenen Hyphen, deren Enden zu kolbenförmigen Ascusanlagen angeschwollen sind. Vergrößerung 480fach.

Nach 6–8 Tagen sind die Perithezien bereits schwarzbraun und undurchsichtig geworden. Eine Woche später beginnen sie die länglichen, am Ende zugespitzten Ascosporen zu entlassen. Diese werden durch Platzen der flaschenförmigen Asci bündelweise frei und zerfallen sofort, teilweise schon innerhalb des Ascus, in zahlreiche zylindrische, 2–3 μ lange und 1–1,25 μ breite Teilsporen (Abb. 8, 9 u. 10). Kommen die Teilsporen auf künstlichen Nährboden zur Keimung, so bilden sie ein Myzel, das wiederum Konidienträger mit kettenförmig abgeschnürten Konidien, die sich zu Köpfchen bzw. Trauben vereinen, hervorbringt. Sie entstehen aber nicht frei am Myzel, sondern treten zu Core-

mien zusammen. Unter optimalen Bedingungen werden auf künstlichen Nährböden zahlreiche Coremien in dieser Weise hervorgebracht, insbesondere nachdem die Masse der Ascosporen frei geworden ist, was etwa 5–6 Wochen nach dem Durchbruch des Myzels der Fall ist. Die Oberfläche der Nährböden ist dann oft wie übersät mit hutpilz- bzw. kolbenförmigen Myzelkörpern, die im wahr-

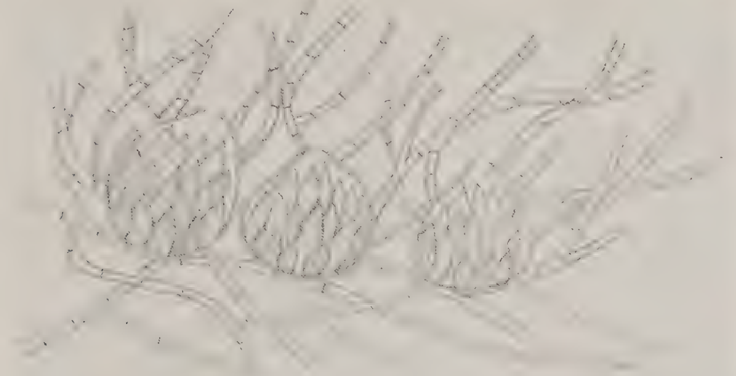


Abb. 6. Perithezien von *Beauveria bassiana*. Hyphengeflecht teilweise weggelassen. Vergrößerung 480fach.

sten Sinne des Wortes wie Pilze aus dem Boden schießen (Abb. 11). Auch die Coremienbildung an der Mumie geht auf Ascosporen zurück, die dort zur Keimung gekommen sind.

Gelangen aber die Ascosporen auf einen neuen Wirt, so dringen die von ihnen getriebenen Keimschläuche durch die Chitinhaut in die Leibeshöhle vor

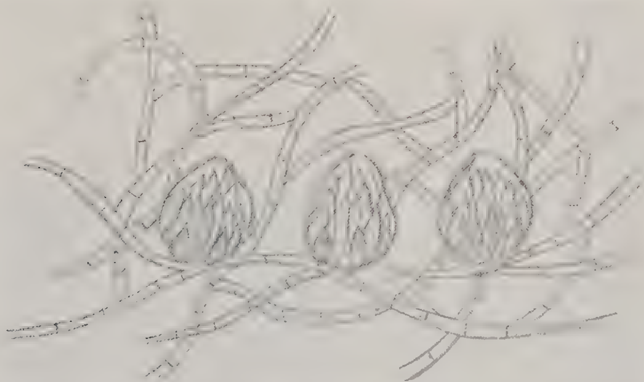


Abb. 7. Perithezien von *Beauveria densa*. Hyphengeflecht teilweise weggelassen. Vergrößerung 480fach.

und bringen dort, indem sie sich zu einem Myzel verzweigen, die bereits von de Bary beschriebenen kleinen, blassen, zylindrischen Konidien hervor. Diese gelangen ins Blut, wo sie sich durch fortgesetzte Sprossung massenhaft vermehren und unter günstigen Feuchtigkeitsbedingungen die Mumifizierung des abgetöteten Insekts einleiten. Die regelmäßige Abwechselung zwischen dem

Auftreten der in den Ascis gebildeten Ascosporen einerseits und den im Blut des Wirtes von deren Keimschläuchen abgegliederten zylindrischen Konidien ist für den typischen Entwicklungszyklus beider Beauverien charakteristisch.

Aus dem Gesagten geht eindeutig hervor, daß Hauptfruchtform und Nebenfruchtform sowohl bei *B. densa* als auch bei *B. bassiana* nicht getrennt voneinander, sondern stets zusammen bzw. nebeneinander am gleichen Myzel oder Individuum auftreten. Auf nährstoffarmen Kohlehydratnährböden ist die Hauptfruchtform allerdings bei beiden Pilzen unterdrückt. Das mag mit ein Grund sein, weshalb diese bisher nicht aufgefunden wurde. Es ist auch fraglich, ob die Hauptfruchtform in jedem Falle am Wirt ausgebildet wird. Es ist jedenfalls gut denkbar, daß ihre Ausbildung unter bestimmten (ungünstigen) Bedingungen unterbleibt. Es fehlte mir bisher die Zeit, dies näher zu untersuchen.



Abb. 8. Asci mit Ascosporen von *Beauveria densa*. Vergrößerung 500fach.

Die Ascusformen von *B. densa* und *B. bassiana* sind sich — was Form und Größe der Organe anlangt — sehr ähnlich. Charakteristische Unterschiede sowohl zwischen den Perithezien als auch zwischen Asci und Ascosporen beider Pilzarten konnten bisher nicht festgestellt werden. Die Masse der Perithezien wird auf künstlichen Nährböden von beiden Pilzen nicht am nach außen durchgebrochenen Myzel, sondern am submersen, innerhalb des Nährbodens verlaufenden Pilzthallus gebildet. Wenn die Nährböden nach einiger Zeit durchsichtig geworden sind, kann man darin schon mit bloßem Auge die als zahllose kleine Pünktchen erscheinenden Perithezien wahrnehmen. Sie treten in der Regel gehäuft, d. h. nesterweise auf.



Abb. 9. In Teilsporen zerfallende Ascosporenbündel von *Beauveria densa*. Vergrößerung 500fach.



Abb. 10. Ascosporenbündel von *Beauveria bassiana* (teilweise in Teilsporen zerfallen). Vergrößerung 500fach.

Wenn wir uns nun auf Grund der neuen Befunde die Frage nach der systematischen Stellung der beiden *Beauveria*-Pilze vorlegen, so ist dazu folgendes zu sagen: Einwandfrei steht fest, daß sie auf Grund ihrer krugförmigen, oben offenen



Abb. 11. Fünf Wochen alte künstliche Kultur von *Beauveria densa* mit zahlreichen Coremien. $^{1}/_{5}$ natürliche Größe.

Perithezien zu den alten Pyrenomyceten gestellt werden müssen. Diese Gruppe mußte nach der Entdeckung der sexuellen Vorgänge bei den Ascomyzeten, die der Ascusbildung vorausgehen, völlig umgearbeitet und neu gegliedert werden (s. Gäumann 1949). Diese Neueinteilung der Pyrenomyzeten umfaßt mehrere Reihen, nämlich 1. die *Sphaeriales*, deren Perithezien ein Hymenium enthalten, in das die Asci eingebettet sind, 2. die *Diaporthales* mit paraphysenlosen Perithezien, die von den Asci ganz ausgefüllt werden, 3. die *Clavicipitales*, mit langfädigen, aber stumpf endigenden Ascosporen, die bei der Reife in zahlreiche Teilsporen zerfallen, 4. die *Cordycepitales*, die ausschließlich Insektenparasiten umfassen, mit ebenfalls langen, fädigen Ascosporen, die aber — wie bei *Beauveria* — in eine Spitze endigen. Sowohl die *Clavicipitales* als auch die *Cordycepitales* bringen ihre Perithezien an besonderen, kugeligen oder kolbenförmigen, gestielten Myzelkörpern hervor. Bei den Beauverien ist die Spezialisierung noch nicht so weit gediehen. Sie entwickeln die Perithezien noch am freien, gestaltlosen Myzel. Trotzdem dürften die Beauverien wegen ihrer Ähnlichkeit in der Ascosporenform, aber auch in der Konidienbildung mit den *Cordycepitales* diesen näher stehen als den *Diaporthales* und *Clavicipitales*, wenn sie auch mit den ersteren das paraphysenlose, ganz von den Asci ausgefüllte Perithezium gemeinsam haben.

Es fehlte mir bisher die Zeit, auch die Fortpflanzungsbiologie anderer insektentötender Pilze, die zu den *Fungi imperfecti* gestellt werden, von denen also bisher nur die Nebenfruchtform bekannt ist, genauer zu untersuchen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß sich darunter noch weitere verkappte Ascomyzeten befinden. Besonders verdächtig erscheint mir in dieser Hinsicht der Erreger der sogenannten Grünen Muscardine, *Metarrhizium anisopliae*, an dessen Myzel mir bereits vor 11 Jahren die Bildung männlicher und weiblicher Sexualorgane aufgefallen war. Die Frage konnte damals nicht weiter verfolgt werden. Aber auch die *Isaria*-Arten, die heute noch als Konidienformen von *Cordyceps* und anderen angesehen werden, sollten hieraufhin noch einmal näher unter die Lupe genommen werden. Es ist damit zu rechnen, daß auch diese sich als selbständige Ascomyzeten entpuppen.

Literatur.

De Bary, A.: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig 1884.

Braun, H. und Riehm, E.: Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen. 7. Aufl., Berlin 1953.

Gäumann, E.: Vergleichende Morphologie der Pilze. Jena 1926.

— — Die Pilze. Basel 1949.

Kihlmann, –., nach Lakon, G.: Die insektentötenden Pilze in Escherich, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. 1, Berlin 1914.

Lembke, A.: Ergebnisse der theoretischen und angewandten Mikrobiologie, Bd. 1, Systematik der Schimmelpilze. Neudamm 1943.

Schaerffenberg, B.: Die biologische Bekämpfung des Maikäfers und seiner Larve mit *Beauveria densa*. — Anz. Schädlk. **17**, 53–55, 1941.

— — Die Möglichkeiten einer Maikäferbekämpfung mit Hilfe von Mykosen. I. *Beauveria densa* Link, ein Hauptparasit von *Melolontha* sp. — Anz. Schädlk. **25**, 166–169, 1952.

Aus *Scolytus rugulosus* Ratz. erzogene Parasiten

Von F. Leuchs.

Aus dem Labor Prof. Blunck, Pech/Bad Godesberg.

Mit 1 Abbildung.

Ein etwa siebenjähriger Birnbusch (Sorte: Gräfin von Paris, Unterlage: Quitte) in einem Hausgarten in Gruiten, Reg.-Bezirk Düsseldorf, hatte im Frühjahr 1954 durch Spätfrost schwer gelitten. Im Januar 1955 fiel an dem abgängigen Bäumchen ein sich bereits über die ganze Krone erstreckender Befall durch *Scolytus* (*Eccoptogaster*) *rugulosus* Ratz. auf (Abb. 1.). Zweigmaterial zur Aufzucht eventueller Parasiten wurde eingetragen und im Labor in Kultur genommen. Im Laufe des April und Mai schlüpften 101 *Sc. rugulosus*. Schon vorher aber, ab Ende Februar, kamen Parasiten zum Schlupf, deren Zahl bis Ende Mai auf 76 anstieg. Wenn je Wirtslarve 1 Parasit gerechnet werden darf, betrug der Parasitierungsgrad somit 43%. An dessen Zustandekommen waren jedoch nur 3 Spezies der umfangreichen Parasitengarnitur von *Sc. rugulosus* (Wichmann 1954) beteiligt. Es handelte sich dabei ausschließlich um Chalzididen, deren Bestimmung Herr Dr. Ch. Ferrière, Genf, dankenswerterweise vorgenommen hat. Er stellte nachstehende Arten fest:

Pteromalidae: *Rhaphitelus maculatus* Walk.
Cheiropachys colon L.
Eulophidae: *Entedon leucogramma* Ratz.



Abb. 1. Von *Scolytus rugulosus* Ratz. befallener Birnzweig. Etwa $^1/_2$ nat. Größe.

Über die Zahl je Spezies der aus dem eingetragenen Material geschlüpften Parasiten, deren Geschlechterverhältnis und Artverteilung gibt folgende Tabelle Auskunft:

	Rh. maculatus		*Ch. colon*		*E. leucogramma*	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
insgesamt	14	43	2	5	7	5
Geschlechtsverhältnis	1 : 3		—		—	
Anteil der Arten in %	75		9		16	

Das Schlüpfen von *Rh. maculatus* erstreckte sich über einen Zeitraum von mehr als 3 Monaten. Die Weibchen erschienen vom 21. 2. ab meist einzeln in mehrtägigen Abständen; mit dem 13. 4. setzte stärkeres Schlüpfen ein, das dann in gewissen Schwankungen bis Mitte Mai anhielt. Die letzten weiblichen Imagines erschienen am 23. 5. Das Schlüpfen der Männchen begann erst am 28. 3., also etwa 5 Wochen später, wurde zwischen dem 11. und 30. April etwas häufiger und dauerte ebenfalls bis weit in den Mai hinein an.

Die Schlüpfdaten der beiden anderen Spezies, die in erheblich geringerer Individuenzahl auftraten, waren in sich geschlossener, lagen aber von Art zu Art zeitlich weit auseinander. So erschien *Ch. colon* Anfang März, *E. leucogramma* aber erst Mitte bis Ende April und damit ungefähr gleichzeitig mit der Mehrzahl von *Rh. maculatus*.

Angaben über Auftreten der Parasiten von *Sc. rugulosus* nach Ort, Zeit und Zahl in Europa beschränken sich in der mir zugänglichen Literatur auf einen Hinweis von Picard (1921) in dem es heißt, *Rh. maculatus* sei in Frankreich bedeutend weniger häufig als *Ch. colon* und *Eurytoma* sp. Sonstige Vergleichsmöglichkeiten mit diesbezüglichen Untersuchungsergebnissen sind nicht gegeben.

Literatur.

Wichmann, H. E.: *Scolytoidea*, in Handbuch Pflanzenkrh. Sorauer **5**, 2. Lieferung, 542, 1954.

*Picard, F.: Sur deux Scolytides des Arbres fruitiers et leurs Parasites. — Bull, Soc. Path. Vég., Paris **8**, 15–20, 1921. — (Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, **9**. 402, 1921.)

Eine Protozoonose bei *Phyllotreta nemorum* L. *(Coleoptera - Halticinae)*

Von Christian Martini.

Mit 1 Abbildung.

Während des Aufenthaltes an der Rothamsted Experimental Station, England (April–August 1955), stieß ich auf eine Protozoonose bei *Phyllotreta nemorum* L., die — soweit ich sehe — unregistriert ist und nach den bisherigen Befunden insofern interessant zu sein scheint, als hier vielleicht die Möglichkeit besteht, zu einem besseren Verständnis der Wirt–Parasit-Beziehungen zu gelangen. Die kleine Mitteilung sei Herrn Prof. Dr. H. Blunck zum 70. Geburtstag gewidmet.

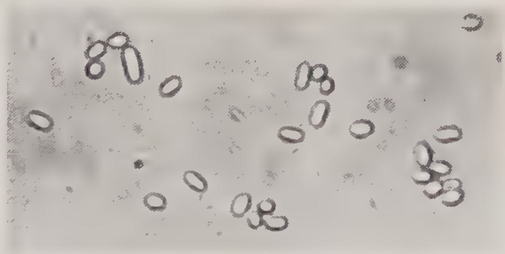


Abb. 1. Mikrosporidien aus *Phyllotreta nemorum* L., etwa 800fach vergrößert.

Über die Artzugehörigkeit des Erregers und seinen Entwicklungsgang läßt sich eine sichere Aussage bisher nicht machen, da die Arbeitsmittel und die Zeit, die zu erwartenden, methodischen Schwierigkeiten zu überwinden, nicht zur Verfügung waren. Es wird aber angenommen werden können, daß es sich um eine Mikrosporidie handelt, die nicht dem schlanken Typ der *Nosema polyvora* Bl., sondern einer der mehr gedrungenen Formen, die Blunck (1954) beschrieb, nahesteht. Die in der Abbildung 1 gezeigten Sporen lassen ihre Form und die Polkapseln als Aufhellungen erkennen[1]). Alle Organe des Käfers, einschließlich der Nervenbahnen und der Genitalien, wurden befallen gefunden, ein bevorzugter Ort der Anfangsentwicklung scheinen die *Vasa Malpighi* zu sein.

[1]) Für die Anfertigung der Abbildung bin ich Mr. V. Stansfield, Rothamsted, dankbar.

Die für andere Untersuchungen benötigten Käfer wurden aus der unmittelbaren Umgebung der Station eingetragen und umfaßten die Spezies *Phyllotreta aerea* All., *atra* F., *consobrina* Curt., *cruciferae* Goez., *diademata* Foud., *nemorum* L., *nigripes* F., *undulata* Kuts., *vittula* Redt. zu je mindestens 100 Stücken, aus der Gattung *Psylliodes* konnten nur wenige Exemplare von *cuprea* Koch seziert werden.

Falls die bisherigen Untersuchungsbefunde weiterhin bestätigt werden, kommt der Tatsache, daß nur Individuen der Spezies *nemorum* L. befallen waren, besonderes Interesse zu. Die Larven dieser Art leben als einzige Vertreter des Genus in den Blättern ihrer Wirte, und der Befall mag damit in Verbindung gebracht werden können. Lebensdauer und reproduktive Phase befallener Tiere sind eindeutig verkürzt, es mag daher nicht ganz abwegig sein, das in den letzten 80 Jahren in England beobachtete Seltenwerden der Art darauf zurückzuführen [Newton (28)]. In 3 Fällen waren von den Mikrosporidien befallene Tiere durch Hymenopterenlarven (wahrscheinlich *Gelis* spec.) parasitiert. In ihnen war der Befall auf Nester in den *Vasa Malpighi* beschränkt, sie starben beim durch die Analöffnung erfolgenden Verlassen der Wirte. Auch damit ist ein Befund gegeben, der bei weiteren Untersuchungen beachtet zu werden verdient.

Literatur.

Blunck, H.: Mikrosporidien bei *Pieris brassicae* L., ihren Parasiten und Hyperparasiten. — Z. angew. Ent. **36**, 316–333, 1954.

Newton, H. C. F.: The Biology of Flea-Beetles attacking cultivated cruciferae. — J. S. E. agric. Coll. Wye, No. 25, 90—115, 1928.

Kohlweißlings-Notizen

Von W. Speyer Kitzeberg.

Mit 5 Abbildungen.

Die folgenden Mitteilungen über die Biologie des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.) beruhen auf Beobachtungen aus den Jahren 1940–43. Bisher wurde nur über den Flug der Falter berichtet (Speyer 1948).

1. Der Blütenbesuch der Falter.

Die Falter suchen die Blüten bestimmter Pflanzen mit Vorliebe auf, während sie andere völlig unbeachtet lassen. Behrens (Gartenbauwirtschaft, 1938, Nr. 26, S. 3) empfahl daher, durch Abketschern oder Vergiften der bevorzugten Pflanzen die Kohlweißlinge zu bekämpfen. Hierfür nannte er außer der schon von Müller (1925) nachdrücklich erwähnten *Buddleia variabilis* auch *Origanum vulgare*, *Lavendula latifolia* und *vera* sowie *Stachys officinalis* und sogar das weißbunte Rohrglanzgras *Phalaris arundinacea* var. *picta*. Aber die Vorliebe für bestimmte Blüten wechselt oft — tage- und sogar stundenweise —, ohne daß eine klare Regel zu erkennen wäre. Labiaten, Leguminosen und Compositen werden im allgemeinen bevorzugt (Tab. 1). Von den Kruziferen werden nur *Raphanus*- und *Brassica*-Arten stärker beflogen, übrigens ebenso von den beiden Kleinen Kohlweißlingen (*P. rapae* und *napi*). Unter den bevorzugten Pflanzen befinden sich vornehmlich solche mit blauer und lila-roter Blütenfarbe und nur wenige mit gelber (außer den genannten Kruziferen auch *Lythrum salicaria*). Man darf annehmen, daß die Blütenfarbe zwar zunächst für den

Anflug von Bedeutung ist, daß jedoch für den Besuch der Blüten allein ihr Nektargehalt entscheidend ist. Es scheinen überdies besondere, artspezifische Attraktivstoffe eine Rolle zu spielen, denn an manchen Tagen sahen wir z. B. an Luzerneblüten (*Medicago sativa*) zwar *rapae* und *napi* in großer Zahl, aber keinen einzigen *brassicae*-Falter, die ihrerseits sehr zahlreich nur die Rotkleefelder (*Trifolium pratense*) bevölkerten.

2. Das Aufsuchen der Brutpflanzen.

Es ist allgemein bekannt, daß dem Großen Kohlweißling als Brutpflanzen ausschließlich verschiedene Kruziferen dienen sowie die in den Anden Südamerikas beheimatete Kapuzinerkresse, *Tropaeolum*. Die systematische Stellung der Tropaeolaceen ist unsicher (Engler-Prantl, 1931, S. 70 u. 78). Man vermutet Verwandtschaft mit den Geraniaceen oder auch mit Sapindaceen. *Tropaeolum* zeichnet sich durch das ätherische Kressenöl aus, das mit dem Öl von *Lepidium sativum* identisch ist und hauptsächlich aus Benzylsenföl ($C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot NCS$) besteht: es bildet sich bei *Tropaeolum* unter der Einwirkung eines Enzyms, des Myrosins, aus dem in den parenchymatischen Geweben und im Samen diffus verteilten Senfölglykosid. Da man von den Kruziferen die gleichen Senfölglykoside kennt, wird daher auch eine Verwandtschaft der Tropaeolaceen mit den Kruziferen erwogen.

Aus den Versuchen von Görnitz (1953, 81–95) ist bekannt, daß Allylsenföl — entgegen der üblichen Meinung — kein Attraktivstoff ist, durch den Kruziferen-Insekten angelockt werden. Andererseits erwies sich bei Görnitz mit Wasser angeteigtes Rapsschrot als sehr stark anlockend. Es muß also der hier bedeutsame Attraktivstoff in den Samen angereichert sein. Die attraktive Wirkung des Rapsschrotes wurde noch erheblich gesteigert, wenn Görnitz es gleichzeitig mit einer der üblichen Kruziferen-Fraßpflanzen oder mit *Tropaeolum* zur Anlockung benutzte. Da in Kruziferen und *Tropaeolum* die gleichen Senfölglykoside vorkommen, und da beide Familien von *Pieris*- und *Phyllotreta*-Arten heimgesucht werden, obwohl die Senföle selber nicht attraktiv wirken, dürfte der Schluß berechtigt sein, daß die in Kruziferen und *Tropaeolum* wirksamen Attraktivstoffe irgendwelche Vorstufen oder Abkömmlinge der Allylsenföle sind. — Ferner müßte die von Kauth und Madel (1955, 239–249) für *Hylobius abietis* L. getroffene Unterscheidung zwischen Lock- und Fraßstoffen auf ihre Anwendbarkeit für die Nahrungswahl von *Pieris brassicae* und seine Verwandten geprüft werden. — Ebenso wie die Frage der Anlockung von Insekten früher rein nach menschlichen Gesichtspunkten beurteilt wurde, so geschah es auch bei der Suche nach abschreckenden Gerüchen. Auf eine solche Überlegung dürfte auch die alte Empfehlung zurückgehen, Kohlfelder durch Randpflanzungen von Hanf gegen Kohlweißlinge zu schützen. Obwohl diese Empfehlung schon mehrmals mit negativen Erfolgen nachgeprüft worden ist, — u. a. im Jahre 1942 von der Zweigstelle Aschersleben der ehemaligen Biologischen Reichsanstalt — führten wir 1942 und 1943 auf dem Versuchsfelde der Biologischen Reichsanstalt in Dahlem 2 Versuche durch. Im Jahre 1942 wurde von 2 Parzellen (Weiß- und Wirsingkohl gemischt) die eine von einer Hanf-Randpflanzung eingefaßt. Im folgenden Jahre wurden die Versuchsbedingungen dadurch verschärft, daß die Versuchsparzelle durch ein ganzes Netz von Hanfpflanzen in kleinste Kohlparzellen aufgeteilt wurde. Aus kriegsbedingten Gründen konnten die zuletzt genannten Parzellen nur vom 4. 6.-6. 7. 43 abgesucht werden: es wurden auf dem Hanffelde 15, auf der gleichgroßen ungeschützten Parzelle 12 Eigelege gefunden. Auch die Versuchsergeb-

Tabelle 1. Blütenbesuch von *Pieris*-Faltern am 22. 7. 1943 im Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. (In eckigen Klammern Beobachtungen von Görnitz ebenfalls im Berliner Botanischen Garten, aber an anderen Tagen.)

	brassicae	*rapae*	*napi*
Stark beflogen	*Raphan. sativus, Stachys officin., Scabiosa lucida, Trifol. prat., Lythr. salicar.* (stundenweise), [*Lavend. vera, Orig. vulg., Lythr. salic., Stachys off., Hyssop. officin., Nepeta grandifl., Centranth. macrosiph.*]	*Hyssop. officin., Origan. vulg., Serratula tinct., Raph. sativus, Scabiosa lucida*	*Lythr. salic., Geran. Endressii, Raph. sativ., Hyssop. offic., Mentha piperita, Origan. vulg., Serratula tinct., Scabiosa lucida, Salvia argent.*
Mittelstark	*Geran. Endressii*, verschied. Disteln, *Silyb. marianum, Buddleia, Silphium perfoliat.* [*Menth. eisenstäedtiana, Nepet. Catar., Mulgedium Plumieri, Centr. ruber* u. *calcitropa, Lobelia erinus, Borrago, Silene armeria, Medicago. sativa*]	*Mentha piperita* var. *crispa, Stach. officinalis*	*Valeriana officin., Stachys officin., Lavendula spica, Buddleia, Allium kansuense*
Schwach	*Statice Limonium, Mentha piper., Medicago sativa, Serratula tinctor., Salvia argentea,* [*Melissa, Monarda fistulosa, Dipsac. silvester, Iberis umbellata, Phlox Drummondii, Matth. annua, Buddleia Veitchiana, Clematis heracleifol., Moricaudia arvens., Raphan. sativus*]	*Lythrum salicaria*	*Medicago sativa*
Nicht beflogen	*Valeriana officin., Hyssopus officin., Origan. vulgare, Lavendula spica, Allium kansuense*	*Val. officin., Statice Limon., Geran. Endressii, Silybium marianum, Lavendul. spica, Salvia argent., Buddleia, Allium kansuense, Silphium perfoliatum*	*Statice Limon., Silyb. marianum, Silph. perfoliatum*

nisse von 1942 waren durchaus negativ (Tab. 2). Bemerkenswert ist es, daß auch die Höhe der Parasitierung durch *Apanteles* von den Hanfpflanzen nicht beeinflußt worden ist.

3. Reifezustand der Ovarien.

Wie sich bei der Präparation zahlreicher Falter ergab, findet man in den 2 × 4 Eiröhren der Weibchen unmittelbar nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe nur zahlreiche unreife Eier (etwa 90 je Eiröhre), in denen die Dotterbildung noch nicht begonnen hat. In diesem Stadium besitzen die Weibchen einen sehr umfangreichen dottergelben Fettkörper. Wenn den Faltern keine Nahrung geboten wird, bleiben die Ovarien in dem beschriebenen Zustande etwa 2 Tage, seltener bis zu 5 Tagen stehen. In wenigen Fällen, in denen den Faltern sogar in einem Flugkäfige blühende Disteln gereicht wurden, hatten sich die Ovarien selbst nach 12–17 Tagen noch

[1]) Herr Dr. Görnitz hat mir freundlicherweise seine Aufzeichnungen zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm auch hier bestens danke.

Tabelle 2. Einfluß von Hanf-Beipflanzung zu Kohl auf Eiablage und Parasitierung von *Pieris brassicae*.

1942	Ohne Hanf 516 Kohlpflanzen		Mit Hanf 874 Kohlpflanzen	
	Anzahl der Raupen	durch *Apant.* parasitiert in Prozent	Anzahl der Raupen	durch *Apant.* parasitiert in Prozent
30. 6.	0	—	15	72,7
2. 7.	4	100	62	64,5
6. 7.	24	91,6	81	36,6
9. 7.	23	87,5	1	100
14. 7.	0	—	11	72,2
zusammen	51	—	170	—
umgerechnet auf 874 Pflanzen	86	—	170	—
31. 8.	79	93	91	96
4. 9.	41	97	79	97
8. 9.	43	97	16	98
11. 9.	5	100	39	100
15. 9.	11	100	113	100
zusammen	230	—	508	—
umgerechnet auf 874 Pflanzen	389	—	508	—

nicht geändert. Im allgemeinen sind aber bereits am 3. Tage einige reife Eier (bis zu 5 je Eiröhre; in einem Falle sogar 9 je Eiröhre) und viele halbreife Eier vorhanden. Jetzt steigt — bei normalen Sommertemperaturen — die Zahl der reifen Eier schnell an: am 6.–8. Tage findet man bis zu 8 Stück je Eiröhre und außerdem bereits einige im Ovidukt. Diese Entwicklung kann auch ohne jede Ernährung und in engen Behältern vor sich gehen, die keinen Flug gestatten. Infolge fehlender Ernährung schwindet aber nicht nur langsam der ursprüngliche Fettreichtum, sondern es degeneriert nach etwa 6–8, manchmal schon nach 3 Tagen eine mittlere Zone halbreifer Eier, deren Eiweiß möglicherweise für die Ernährung der nahezu reifen und vielleicht auch einiger noch völlig unreifer Eier verwertet wird. Manchmal zeigt sogar eine recht lange Zone der Eiröhren derartige Degenerationserscheinungen.

Eine größere Zahl der allerjüngsten Keime dürfte regelmäßig nicht zur Reife gelangen, da es recht unwahrscheinlich ist, daß ein Kohlweißlingsweibchen insgesamt 8 × 90, also 720 Eier ablegen kann. Bei Freilandfaltern haben wir Degenerationserscheinungen in der mittleren Zone der Eiröhren verständlicherweise niemals beobachtet; dagegen wurden nicht selten sowohl im Mai wie im Juli und August Falter gefangen, die zwar — wie die Untersuchung des *Receptaculum seminis* ergab — begattet (Abb. 1) waren, aber neben zahlreichen halbreifen und unreifen noch keine reifen Eier in sich trugen. Die Zahl der legereifen Eier, die man in Freilandfaltern finden kann, ist natürlich sehr unterschiedlich; sie beträgt im allgemeinen nicht mehr als



Abb. 1. *Pieris brassicae* in Copula (etwas verkleinert).

12–14 Stück je Eiröhre, dazu noch einige (bis zu 8 Stück) in den Ausführungsgängen, die hier keine uterusartige Erweiterung besitzen und daher nur wenig aufnahmefähig sind (Brjanko — nach Faure, a. a. O., S. 18 — hat 60–70 Eier je Eiröhre gezählt; vermutlich sind hier unreife Eier mit eingeschlossen.) Normalerweise werden also höchstens 120 Eier auf einmal abgelegt werden können. Nur in einem Falle fanden wir in 8 Faltern je Röhre 22–26 reife Eier. Diese Falter waren am 9. 6. 42 gefangen und — zwecks späterer Untersuchung im Laboratorium — durch Eindrücken des Kopfes gelähmt worden. Die Präparation erfolgte erst nach 3 Tagen. Es ist daher möglich, daß das Heranreifen weiterer Eier in diesem „halbtoten" Zustande ungehindert vonstatten ging, während andererseits eine Eiablage nicht erfolgte. Überdies hatte vor dem Fange der Falter ein mehrtägiger Sturm jede Eiablage unmöglich gemacht. — Hat die Eiablage bereits begonnen, so findet man ein deutliches *Corpus luteum* an der Basis jeder Eiröhre. Es ist auch jede Eiröhre in ihrem Endabschnitt mehr oder weniger frei von reifen Eiern, während der unpaare Ovidukt gelegentlich noch einige enthält.

4. Die Größe der Eigelege.

Die einzelnen Gelege sind sehr verschieden groß, hauptsächlich wohl deshalb, weil die Weibchen bei jeder Störung die Eiablage sofort unterbrechen und davonfliegen. Auf einer stark von den Faltern aufgesuchten Blumenkohlparzelle wurden vom 1. 8.–15. 9. 1942, also während der ganzen Legeperiode der 2. Generation, sämtliche Gelege (793 Stück) abgesucht und ausgezählt. Der Höhepunkt des Legegeschäftes lag in den Tagen zwischen dem 10. und 14. August, wurde also von seinem Beginn am 1. 8. ab sehr schnell erreicht, während sich die weitere Eiablage bis zu ihrem Ende noch sehr lange hinzog. Gelege mit nur 1–10 Eiern sind verhältnismäßig selten, desgleichen Gelege mit mehr als 100 Eiern. Die meisten Eier (138 Stück) enthielt ein am 3. 8. aufgefundenes Gelege. Die durchschnittliche Eizahl beträgt etwa 40–50. Auch Blunck (1935, S. 84) bezeichnet Gelege von 130–140 Eiern als Ausnahmefälle. Faure (1926, S. 18) berichtet sogar von einem aus 171 Eiern bestehenden Gelege. Daß ein von Martelli (nach Faure, a. a. O.) gefundenes Gelege mit 248 Eiern von einem Weibchen stammen soll, darf bezweifelt werden. — Die von uns gefundenen Zahlen stimmen mit den Ergebnissen überein, die wir bei der Präparation der Ovarien festgestellt haben.

5. Die Eiablage.

Unbegattete Weibchen setzen keine Gelege ab, auch wenn sich schon zahlreiche reife Eier in den unteren Teilen der Eiröhren und in den Ovidukten angesammelt haben. Andererseits kann man innerhalb normaler Gelege hin und wieder auch einzelne unbefruchtete Eier finden. Hat ein legelustiges Weibchen eine geeignete Pflanze — Kohl und besonders Blumenkohl wird deutlich bevorzugt — erreicht, so läßt es sich vorsichtig flatternd immer tiefer zwischen das Blattgewirr sinken, bis es eine gut beschattete Stelle gefunden hat. Da die Blattunterseiten normalerweise im tieferen Schatten liegen als die Oberseiten, findet man auf ihnen die meisten Gelege. Daß sich der Falter auf der Unterseite besser festhalten könne und sie nur deswegen — wie Martelli (nach Faure, a. a. O., S. 17) meint — bevorzugt, erscheint wenig glaubhaft. Blätter nämlich, die durch Wind oder andere Einflüsse um ihre Längsachse verdreht sind, werden auf ihrer jetzt nach unten gekehrten morphologischen Oberseite belegt. — Während eines ganzen Legeaktes bleibt der Falter im Wesentlichen still an seinem Platz und läßt nur den Hinterleib langsam herumschwenken, so daß

seine Spitze einen kurzen, flachen Bogen beschreibt. Durch Blattrippen kann diese Bewegung gelegentlich abgelenkt werden. — Wenn ein Ei ausgestoßen werden soll, senkt sich der Hinterleib herab und wird mit seiner Spitze der Blattfläche fest aufgesetzt. Nach 5 Sekunden hebt der Falter die Abdomenspitze von dem inzwischen dem Blatte angeklebten Ei ab. Der Hinterleib verharrt danach in normaler Haltung etwa 10 Sekunden und senkt sich alsdann wieder herab, um nach orientierender Berührung des vorher abgelegten Eies das nächste dicht daneben zu legen. Nachdem die erste leicht gebogene Reihe beendet ist, wird die zweite dicht angeschlossen. So folgen sich etwa 6–12 konzentrische Reihen. Ob sich der Falter im Verlaufe des Legegeschäftes auch mit den Füßen allmählich etwas vorwärts bewegt, ist nicht sicher, aber wahrscheinlich. Für die Fertigstellung eines Geleges von 50 Eiern benötigt der Falter wenigstens 12 Minuten. Das oben erwähnte größte Gelege mit 138 Eiern wird also eine Zeit von rund 34 Minuten beansprucht haben. — Während das Weibchen noch mit der Eiablage beschäftigt ist, können bereits kleine Schlupfwespen mit der Parasitierung der zuerst abgelegten Eier beginnen (Abb. 2).

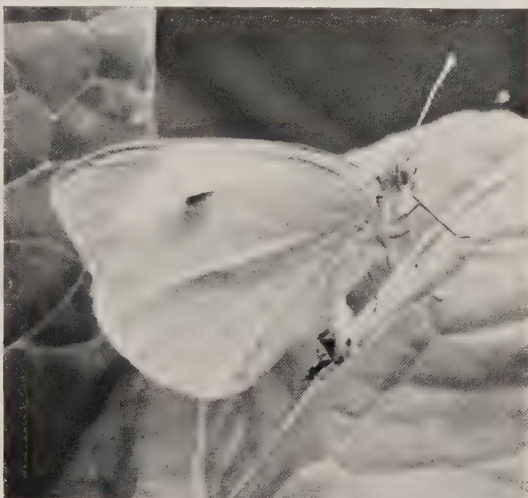


Abb. 2. *Pieris brassicae* bei der Eiablage. Eine Schlupfwespe sticht gleichzeitig die frisch abgelegten Eier an (schwach vergrößert).



Abb. 3. Frisches Eigelege von *Pieris brassicae* (stark vergrößert).

Normalerweise bilden die Eier eines Geleges eine dicht geschlossene Tafel (Abb. 3), doch findet man auch Gelege, in denen die Eier ohne ersichtlichen Grund außerordentlich locker, mit weiten Abständen und fast zerstreut dem Blatte angeklebt sind. Wir sahen solche lockeren Gelege sowohl auf gekräuselten (Faure, a.a.O., S. 18) wie auf ganz glatten Blättern.

In großen Flugkäfigen mit täglich erneuerten Blütensträußen erreichten die Männchen ein durchschnittliches Lebensalter von knapp 6 Tagen. Ihr größtes Lebensalter betrug 17 Tage. Die entsprechenden Werte bei den Weibchen waren 9,6 bzw. 28 Tage.

6. Das Ausschlüpfen der Jungraupen.

Über die Abhängigkeit der Embryonen und Raupen von der Temperatur hat Maercks (1943) bereits ausführlich berichtet. Es verdienen jedoch noch die Schlüpfgewohnheiten der Jungraupen unsere Aufmerksamkeit. Bei 15° C sieht man 2 Tage vor dem Ausschlüpfen den schwarzen Kopf des Räupchens durch die Eischale schimmern (Abb. 4). In der Regel verlassen alle Raupen eines Geleges die Eier nahezu gleichzeitig (Abb. 5). Je niedriger die Temperatur ist, desto stärker machen sich individuelle Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit bemerkbar. Die Eischale wird seitlich unterhalb der Spitze soweit durchnagt, daß sich das Räupchen gerade ins Freie zwängen kann. Nach dem Schlüpfen bleiben die Räupchen gemeinsam auf dem Gelege sitzen, und jedes frißt seine eigene Eischale. mitunter auch die eines geschwisterlichen Eies, bis zu einer wechselnden Tiefe auf, so daß schließlich nur noch mehr oder weniger große, napfförmige Reste stehen bleiben. Die abgebissenen Schalen-



Abb. 4. Eigelege kurz vor dem Ausschlüpfen der Jungraupen (vergrößert).

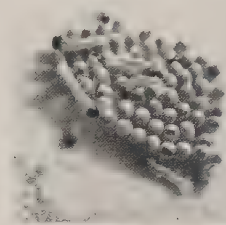


Abb. 5. Das Ausschlüpfen der Jungraupen hat begonnen (vergrößert).

stückchen scheinen richtig verschluckt zu werden. Ob diese Gewohnheit der *Pieris*-Raupen eine ähnliche biologische Bedeutung hat wie bei manchen holzfressenden Lepidopteren-Raupen (vgl. Hering 1926) prüften wir in einem kleinen Versuch: Etwa die Hälfte der Räupchen eines Geleges wurde sofort nach dem Ausschlüpfen auf ein Blatt übertragen, während der anderen Hälfte zuvor Gelegenheit zum Auffressen der Eischalen geboten wurde. Anfangs verlief die Entwicklung der Raupen ohne Schalenfraß etwas schneller; später glichen sich die geringen Unterschiede völlig aus. Die biologische Bedeutung des Schalenfraßes ist also bei *Pieris brassicae* noch durchaus unklar.

7. Die Fraßzeiten der Raupen.

Die älteren Raupen (V. Stadium) fressen fast ununterbrochen, die jüngeren Stadien nur immer kurze Zeit, dann folgen wieder Ruhepausen. Abgesehen aber hiervon kann man feststellen, daß sämtliche Stadien während der Nacht besonders stark fressen, umgekehrt von 12–14 Uhr nur sehr wenig. Dementsprechend schienen sich Raupen, die während ihres ganzen Lebens im Dunkeln gehalten wurden, ein wenig schneller bis zur Puppe zu entwickeln als Raupen, die dem normalen Wechsel von Tageslicht und Nacht ausgesetzt wurden. Die Versuche wurden bei 15,2–15,5°C durchgeführt, litten aber unter starker Verseuchung der Zuchten durch Mikroorganismen, so daß das Versuchsergebnis nachgeprüft werden muß.

8. Die Verpuppung.

Die ausgewachsenen Raupen hören auf zu fressen, aber bleiben noch 1–2 Tage auf den Pflanzen ruhig sitzen. Dann erst beginnen sie abzuwandern, wobei sie auf ebenem Boden eine Strecke von 1 m in 3–8 Minuten zurücklegen. Die durch häufige Ruhepausen unterbrochene Wanderung dauert meistens 2 Tage. Wir fanden in der

Nähe eines Kohlfeldes Puppen nur an solchen Straßenbäumen, die nicht weiter als 50 m vom Feldrande entfernt waren. Hieraus folgt, daß kleinere Kohlparzellen sowie die Ränder der großen Felder für die Weiterentwicklung der Raupen am günstigsten sind. Sie werden bekanntlich auch stets am stärksten befallen. Der Trieb, an höheren Gegenständen (Baumstämmen, Zäunen, Mauern, notfalls auch Rapsstengeln usw.) emporzukriechen, macht sich erst gegen Ende der Wanderperiode bemerkbar. Beim Emporkriechen läßt die Raupe ihren Kopf fortgesetzt nach rechts und links pendeln, wobei sie ihren Weg mit einem feinen, in engen sich vielfach überschneidenden Schleifen gezogenen Gespinst bedeckt, das ihr als Halt dient. Ihr anfänglich sehr nasser, schwarzgrüner Kot wird trocken und oftmals rötlich; ihr Körper verkürzt sich. Schließlich kommt die Raupe an einer schattigen Stelle zur Ruhe. Hier verfertigt sie sich eine etwas festere Gespinstunterlage, auf der die Verpuppung stattfindet. Unter dem Abdominalende der Raupe wird das Gespinst zu einem kleinen, kegelförmigen Wattepfropf verdichtet, der bis zwischen die beiden schwarzen Tergite der Afterklappe hinaufreicht. In diesen Wattekegel verhaken sich die Dornen der Afterklappe, außerdem die Krallen der Nachschieber. Erst jetzt spinnt die Raupe in mehrstündiger Arbeit aus zahlreichen Einzelfäden den „Gürtelfaden", der über die Mitte ihres 2. Abdominalsegmentes läuft und dicht hinter dem ersten Abdominal-Beinpaar rechts und links in der Gespinst-Unterlage verankert ist. Zu diesem Anspinnen benötigt die Raupe einen Tag oder eine Nacht. Bis zum Abstreifen der Raupenhaut vergeht noch ein weiterer halber Tag. Die Raupe wird immer kürzer und dicker, krümmt den Rücken und neigt den Kopf mit den Mundgliedmaßen gegen die Unterlage. — Den eigenartigen Vorgang, wie sich „Stürzpuppen" (z. B. *Vanessa*-Arten) und „Gürtelpuppen" (z. B. Pieriden) mit ihrem aus der Raupenhaut befreiten Cremaster an dem Wattekegel aufhängen, ohne dabei den Halt zu verlieren, haben erstmalig Fischer (1924) und Albrecht (1924) richtig beobachtet und beschrieben. Es sei hier auf ihre Veröffentlichungen verwiesen. Auf den Vorgang der Verpuppung bei *Pieris brassicae* beabsichtige ich an anderer Stelle näher einzugehen.

9. Parasitierung.

Nachdem Blunck seine umfangreichen Beobachtungen und Versuche mit Schlupfwespen und Mikroorganismen als *Pieris*-Parasiten veröffentlicht hat (1944 bis 1954), sind unsere mehr gelegentlich gemachten Beobachtungen überholt. Es sei hier nur erwähnt, daß wir Sporen von Mikrosporidien (4–4,5 μ lang, 2–2,5 μ breit; nur selten beiderseits zugespitzte Riesensporen von etwa 12 μ Länge) recht häufig gefunden haben (auch zugleich mit Bakterien) und zwar nicht nur in Raupen aus Dahlem und Budjadingen, westlich der Wesermündung, sondern auch in Puppen und Faltern. Ebenso wie Blunck haben wir den Eindruck, daß die Mikrosporidienkrankheit keineswegs harmlos, aber bei weitem nicht so gefährlich für die Raupen ist wie einige der parasitären Bakterien. Es ist denkbar, daß sich die Jungraupen durch das Verzehren der Eischalen mit den Krankheitserregern infizieren.

Zusammenfassung.

Es werden Beobachtungen und Versuchsergebnisse aus den Jahren 1940 bis 1943 mitgeteilt.

Die *Pieris brassicae*-Falter besuchen hauptsächlich die Blüten von Labiaten, Leguminosen, Compositen und Kruziferen.

Für das Aufsuchen der Brutpflanzen (Kruziferen und *Tropaeolum*) durch die legelustigen Weibchen sollen zwar die in beiden Pflanzenfamilien vorkommenden Senföle ohne Bedeutung sein, doch dürfte der unbekannte Attraktivstoff mit den Senfölen chemisch verwandt sein.

Hanf als Randpflanzung schützt Kohlfelder nicht gegen *Pieris*-Befall.

In jeder der 2 × 4 Eiröhren sind etwa 90 Eikeime angelegt. Auch bei hungernden Faltern sind 3 Tage nach dem Schlüpfen etwa 5–9 Eier je Eiröhre völlig ausgereift. Die unter normalen Verhältnissen gefundene größte Zahl reifer Eier je Eiröhre betrug 12–14 Stück.

Die Gelege enthalten im Durchschnitt 40–50 Eier. Für ein derartiges Gelege benötigt das Weibchen etwa 12 Minuten. Das größte von uns gefundene Gelege (138 Stück) wird zu seiner Fertigstellung rund 34 Minuten gebraucht haben. Legende Weibchen sind gegen jede Störung sehr empfindlich.

Die frisch geschlüpften Jungraupen fressen zunächst ihre Eischalen weitgehend auf, ehe sie mit dem Blattfraß beginnen. Welche biologische Bedeutung dieser Vorgang hat, konnte experimentell noch nicht geklärt werden.

Der Fraß der Raupen erfolgt besonders stark bei Nacht, doch fressen die Raupen — vornehmlich die stets hungrigen älteren Stadien — auch bei Tage.

Nach Einstellung der Nahrungsaufnahme müssen die erwachsenen Raupen erst 2 Tage umherwandern, ehe sie zur Verpuppung höhere Gegenstände (Bäume, Mauern usw.) erklettern.

Sporen von Mikrosporidien wurden in Raupen, Puppen und Faltern gefunden. Es wird vermutet, daß sich die Jungraupen infizieren, wenn sie ihre Eischalen verzehren.

Literatur.

Albrecht, K.: Das Aufhängen der Stürzpuppen. — Ent. Z. **38,** 51–52, 1924.

Blunck, H.: Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae.* 1. Beitrag. — Z. angew. Ent. **30,** 418–491, 1944.

— — Zur Kenntnis des Massenwechsels von *Pieris brassicae* L. mit besonderer Berücksichtigung des Dürrejahres 1947. — Z. ang. Ent. **32,** 141–171, 1950.

— — Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 3. Beitrag. — Z. ang. Ent. **32,** 335–405, 1951.

— — Zur Kenntnis der Hyperparasiten usw. 4. Beitrag. — Z. ang. Ent. **33,** 217 bis 267, 1951.

— — Über die bei *Pieris brassicae* L., ihren Parasiten und Hyperparasiten schmarotzenden Mikrosporidien. — Trans. IX. Intern. Congr. Ent. Amsterdam 1, 432–438, 1951.

— — ZurKenntnis der Hyperparasiten usw. 6. Beitrag. — Beiträge zur Entomologie **2,** 94–109, Berlin, 1952.

— — Mikrosporidien bei *Pieris brassicae* L., ihren Parasiten und Hyperparasiten. — Z. ang. Ent. **36,** 316–333, 1954.

Engler-Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Bd. **19 a,** 70 u. 78 Leipzig, 1931.

Faure, J.-C.: Contribution à l'étude d'un complex biologique: la Piéride du choud (*Pieris brassicae* L.) et ses parasites hyménoptères. — Thése faculté des Sciens de l'Université de Lyon 1926.

Knauth, H. und Madel, W.: Über die Ergebnisse der im Schwarzwald und Hunsrück von 1952 bis 1954 durchgeführten Freilandversuche zur Anlockung des Großen Braunen Fichtenrüsselkäfers, *Hylobius abietis* L., mit Lockstoffen. — Z. ang. Ent. **37,** 239–249, 1955.

Görnitz, K.: Untersuchungen über in Cruciferen enthaltene Insekten-Attraktivstoffe. — Nachr.bl. deutsch. Pfl.sch.dienst N. F. **7,** 81–95, 1953.

Fischer, E.: Wie können die Stürzpuppen sich aufhängen, ohne hinunterzufallen? — Ent. Z. **37,** 51–52, 1924.

Maercks, H.: Untersuchungen zur Ökologie des Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.). 1. Temperaturreaktion und das Feuchtigkeitsoptimum. — Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere **28,** 692–721, Berlin 1934.

Müller, A.: Das Ährenglöckel (*Buddleia variabilis* Hemsley) eine für Tagfalter, insbesondere den Kohlweißling (*Pieris brassicae* L.) spezifische Köderpflanze. — Nachr. bl. deutsch. Pfl.sch. dienst. **5,** 11, 1925.

Speyer, W.: Die Wandergewohnheiten und der Flug des Großen Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.) — Z. Pfl.kr. u. Pfl.schutz **55,** 335–341, 1948.

Das Schlüpfen des Falters von *Aporia crataegi* L. aus der Puppe

Von Hildegard Schneiders.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. H. Braun.

Mit 10 Abbildungen

Unmittelbar nach dem Aufreißen der Puppenhülle von *Aporia crataegi* L. erscheinen Kopf und erstes Beinpaar des Falters (Abb. 1, 2). Sobald das Tier mit Hilfe dieser Beine Halt gefunden hat, werden, unterstützt durch Rückwärtsbewegung des Kopfes, die Fühler und das zweite Beinpaar frei (Abb. 3, 4). Fast gleichzeitig zieht der Falter, der sich nun mit 4 Beinen festklammert, den zunächst noch aus 2 Teilen bestehenden Rüssel und die weichen, schlaffen Flügel, die in diesem Augenblick kaum länger sind als die Fühler, aus der Puppenhülle hervor (Abb. 5, 6). Mit einem starken Krümmen des Hinterleibes von der Unterlage weg befreit er sich sehr schnell von der Hülle (Abb. 6), um sich an einer Stelle, die den herabhängenden Flügeln kein Hindernis bietet, festzusetzen (Abb. 7, 8). So verharrt der Falter, bis die sich glättenden Flügel die endgültige Form, Größe und Festigkeit erreicht haben. Bewegt wird durch wechselndes Ausstrecken und Einrollen nur noch der Rüssel, dessen beide Hälften dadurch miteinander verfalzt werden (Abb. 9, 10).

Da das Schlüpfen des Baumweißlings aus der Puppenhülle sich in wenigen Minuten vollzieht, konnte der Vorgang nur mit Hilfe des Elektronenblitzes im Bilde festgehalten werden. Zu den Aufnahmen wurde die Leica mit Spiegelkasten, Balgengerät und Hektor 13,5 cm verwendet.



Abb. 1.



Abb. 2.



Abb. 3.



Abb. 4.



Abb. 5.



Abb. 6.



Abb. 7.



Abb. 8.



Abb. 9.



Abb. 10.

Untersuchungen über die Ursache der unterschiedlichen DDT-Empfindlichkeit der L_3- und L_4-Larven des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)

Von R. Langenbuch.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung und Kartoffelkäferforschung, Darmstadt.

Mit 2 Abbildungen.

In früheren Untersuchungen (5), in denen die lipoidlöslichen Wirkstoffe DDT und Lindan, in 10 verschiedenen (nicht flüchtigen) Lösungsmitteln gelöst, an Imagines von *Musca domestica* L., *Periplaneta americana* L. und *Leptinotarsa decemlineata* Say. verabfolgt wurden, hatte sich gezeigt, daß bei gegebener Konzentration die insektizide Wirkung einer Lösung dieser Wirkstoffe dem Wirkstofflösungsvermögen des jeweiligen Lösungsmittels umgekehrt proportional ist: je höher das Lösungsvermögen des Lösungsmittels oder, was dasselbe besagt, je niedriger bei gegebener Konzentration der Sättigungsgrad der Lösung, um so geringer ihre toxische Wirkung.

Nachstehende Untersuchungen sollten die Frage klären, ob diese Gesetzmäßigkeit zur Klärung der Frage der Insektenresistenz gegenüber lipoidlöslichen Insektiziden beizutragen vermag.

Bei den meisten Holometabolen ist das letzte Larvenstadium den genannten Insektiziden gegenüber beträchtlich weniger anfällig als die jüngeren Larvenstadien [Wiesmann (20), Thiem (17), Scoggin und Tauber (14) u. a.]. Dem letzten Larvenstadium fällt die Aufgabe zu, die für die Verpuppung, gegebenenfalls für die Überwinterung und für die Wanderung der Imago zu den Nährpflanzen erforderlichen Reservestoffe, u. a. im Fettkörper (*corpus adiposum*), zu speichern. Die hohe Lipoidlöslichkeit der genannten Insektizide und ihre Toxizitätsminderung durch Lösung in Lösungsmitteln mit hohem Lösungsvermögen, wie tierischen und pflanzlichen Ölen (z. B. Lebertran, Olivenöl), ließen die Vermutung auftauchen, daß die Resistenz des letzten Larvenstadiums ihre Ursache in einer Erhöhung des Lipoidspiegels und damit des Wirkstofflösungsvermögens der Hämolymphe, welche den in das Insekt gelangenden Wirkstoff aufnimmt und transportiert sowie in einer Speicherung im *corpus adiposum* hat. Im Falle einer Erhöhung des Wirkstofflösungsvermögens der L_4-Hämolymphe kann nach vorstehender Gesetzmäßigkeit der Übertritt des Wirkstoffes in die Nerven und damit deren Schädigung erschwert oder unterbunden, außerdem im Falle eines erhöhten Gesamtlipoidgehaltes der L_4 der Wirkstoff durch Speicherung namentlich im Fettkörper dem Kreislauf entzogen und dadurch unschädlich gemacht werden.

Als Versuchstiere wurden das 3. und 4. (letzte) Larvenstadium (L_3 und L_4) des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) gewählt, welche starke Giftanfälligkeitsunterschiede aufweisen. Das Material bot den weiteren Vorteil, daß zumindest in Deutschland gegen Insektizide resistente Stämme dieses Käfers noch nicht aufgetreten sind, die Larven in beliebiger Menge aus dem Freiland, also ihrem natürlichen Biotop, direkt vor der Untersuchung entnommen werden können und ihre Körpergröße und ihr Reichtum an Hämolymphe sie für die Untersuchungen auch aus versuchstechnischen Gründen besonders geeignet machten.

Als Insektizid diente reines DDT (Dichlordiphenyltrichloraethan), weil dieser Wirkstoff in der sehr umfangreichen Literatur über die Insektenresistenz, namentlich der Stubenfliege (*Musca domestica* L.), die Hauptrolle spielt und das Fehlen einer Gaswirkung für die Untersuchungen erwünscht war.

Für die Summe der mit Petroläther aus Insekten extrahierbaren Fette und fettähnlichen Substanzen wurde in den nachstehenden Ausführungen die in der Literatur gebräuchliche Bezeichnung „Lipoide" (syn. Lipide) gewählt. Hauptbestandteile der Fettsäurefraktion der Insekten sind nach Scoggin und Tauber (14) Olein-, Linol-, Palmitin- und Stearinsäuren, wobei die Stearinsäure vor der Palmitinsäure vorzuherrschen scheint. Auch Linol- und Arachidonsäure sowie höhere Fettsäuren wurden aus Insekten isoliert.

Methodik.

A. Gewinnung der Lipoide aus der Hämolymphe

Nachdem die mikroskopische Untersuchung gezeigt hatte, daß aus den Stümpfen abgeschnittener Beinglieder und durch einen lateralen Schnitt mit einer feinen Schere gewonnene Hämolymphe keine Unterschiede aufwies, wurde auf letzterem, schnellerem Wege für jede Untersuchung aus jeweils etwa 300 L_3 und 60 L_4 1 ccm Hämolymphe gewonnen, von einem vorher im Exsiccator über Chlorkalzium getrockneten und gewogenen Rundfilter (⌀ 9 cm) aufgesogen und im Exsiccator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Extraktion der Lipoide aus den in schmale Streifen geschnittenen Rundfiltern mit Petrol-Äther (Benzinum Petrolei pro an., Merck) 2 Stunden im Soxhlet im Wasserbad bei 80° C. Eindampfen des Restäthers mit den Lipoiden bei 80° C über dem Wasserbad bis auf einen Rest; dessen Verdampfung im Exsiccator bei 20° C bis zur Gewichtskonstanz. Wägung der Lipoide unmittelbar nach Entnahme aus dem Exsiccator, da andernfalls geringe Gewichtszunahme.

B. Gewinnung der Gesamtlipoide.

Je 20 g frisch eingetragene L_3 und noch fressende L_4 wurden (zwecks Entleerung des Darmes erst nach 4stündigem Fasten) durch Hitze schnell abgetötet, 6 Stunden bis zur Gewichtskonstanz bei 65° C getrocknet und, im Porzellanmörser zu Pulver zerrieben, jeweils 2 Stunden im Soxhlet mit Petrol-Äther bei 80° C im Wasserbad extrahiert. Weiterbehandlung der Lipoide wie unter A.

C. Applikation des DDT.

Das DDT besitzt neben seiner vorherrschenden Kontakt- auch eine Fraß-, jedoch keine Atemgiftwirkung (6). Zwecks Ausschaltung von Anfälligkeitsunterschieden, die möglicherweise durch eine unterschiedliche Dicke des Integuments der beiden Larvenstadien bedingt sein konnten, wurde die DDT-Empfindlichkeit der beiden Stadien im Fraßversuch unter Ausschaltung einer Kontaktgiftwirkung untersucht. Den jeweils 50, zu 10 Tieren in einer mit Filterpapier ausgelegten Petrischale (⌀ 9 cm) untergebrachten, vorher 4 Stunden ohne Futter gehaltenen Larven

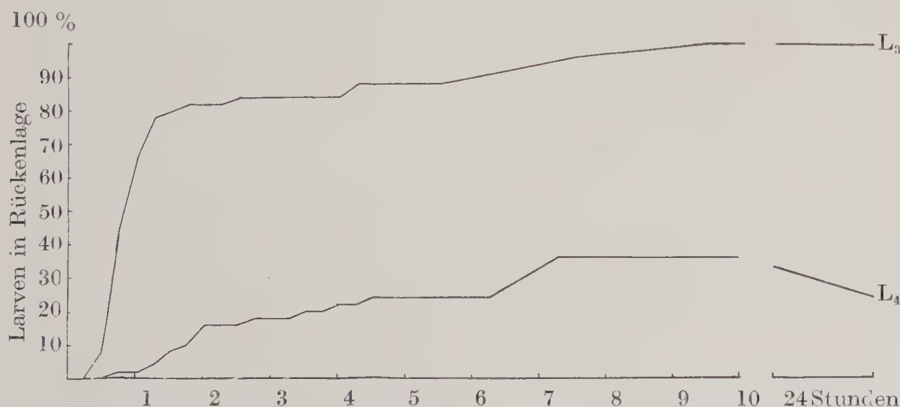


Abb. 1 Unterschiedliche DDT-Empfindlichkeit der L_3 und L_4 des Kartoffelkäfers nach Fütterung mit begifteten „Sandwiches".

wurden je Schale 5 „Sandwiches" (6) aus Kartoffellaub vorgelegt, von denen jedes mit 2 Tropfen einer 0,3%igen DDT-Azetonlösung begiftet war, aus der das Azeton in wenigen Sekunden verdampfte.

In den Untersuchungen über den Einfluß des Hungers auf die DDT-Empfindlichkeit der beiden Larvenstadien wurden diese zur Vermeidung von Unterschieden, welche durch eine unterschiedliche Fraßtätigkeit der normal gefütterten und der Hungertiere bedingt sein konnten, der Kontaktwirkung einer gleichen DDT-Lösung (10 Tropfen auf Filterpapier je Petrischale) ausgesetzt. Hier konnte die Kontaktwirkung herangezogen werden, weil nach Art und Zweck des Versuches eine unterschiedliche Dicke des Integumentes der beiden Stadien auf das Ergebnis ohne Einfluß war.

In Abbildung 1 ist das Ergebnis eines von mehreren Fütterungsversuchen mit ähnlichem Verlauf wiedergegeben. Hierzu ist zu bemerken, daß die L_3 eine ihrem gegenüber den L_4 geringeren Gewicht etwa entsprechend geringere Menge des begifteten Kartoffellaubes aufnahmen. In den weiteren Betrachtungen wurde dieser Tatsache dadurch Rechnung getragen, daß die für den Gesamtlipoidgehalt der beiden Larvenstadien gefundenen Werte auf gleiche Larvengewichte (20 g) bzw. die Werte für den Lipoidgehalt der Hämolymphe und für die Blutkörperzahl auf gleiche Blutmengen bezogen wurden.

Lipoidgehalt der Hämolymphe.

Nach Wiesmann (20) wird bei direktem Kontakt das von den Lipoiden der Epi- und übrigen Kutikula gelöste DDT von den Blutlipoiden aufgenommen und mit dem Blutstrom weitergeführt. Daneben findet eine Wanderung des DDT über die endoneuralen Lymphbahnen statt. Lindquist, Roth und Hoffmann (8) fanden in der Körperflüssigkeit örtlich mit radioaktivem DDT behandelter resistenter Stubenfliegen 13% des aufgenommenen DDT gegenüber 26–34% in den inneren Organen und dem Rest in der Kutikula. Ball und Beck (3), welche zwischen einer äußerlich mit dem ebenfalls neurotropen und lipoidlöslichen Parathion behandelten und einer unbehandelten amerikanischen Schabe *Periplaneta americana* L. einen Kontakt lediglich durch die Hämolymphe unter sorgfältiger Vermeidung eines Gewebekontaktes herstellten, konnten nachweisen, daß die Hämolymphe wegen der geringen Löslichkeit des Giftes in der Hämolymphe zwar nur jeweils geringe Mengen aufzunehmen, aber beachtliche Mengen in den Vorderdarm der unbehandelten Schabe zu transportieren vermochte. Tahori und Hoskins (16) fanden bei örtlich mit DDT behandelten Stubenfliegen die größte Menge des eingedrungenen DDT im Abdomen, unabhängig von dem Ort der Applikation, und sprechen der Hämolymphe die Rolle des Verteilers des Wirkstoffes zu. Über die Aufnahme des DDT durch die Hämolymphe von L_4 des Kartoffelkäfers unterrichtet folgender eigener Versuch: ½ ccm L_4-Hämolymphe mit einem geringen Zusatz von Natrium citricum zwecks Hintanhaltung der Gerinnung wurde für 24 Stunden mit einer nicht ganz gesättigten DDT-Lösung in Olivenöl überschichtet. Die Applikation dieser Hämolymphe auf den Rüssel von Stubenfliegen-Weibchen führte innerhalb von 9 Stunden zur Rückenlage von 70% der Versuchstiere. An der Bedeutung der Hämolymphe für den Transport lipoidlöslicher neurotroper Insektizide von der Applikationsstelle zu dem Ort oder den Orten der Schädigung dürften keine Zweifel bestehen, ebensowenig an der Berechtigung der auch von Wiesmann und Ball u. Beck ausgesprochenen Annahme, daß die beiden genannten Insektizide von den Blutlipoiden aufgenommen werden. Es muß daher die Höhe des Lipoidspiegels der Insektenhämolymphe für den Transport und nach der eingangs besprochenen Gesetzmäßigkeit für

den Übertritt des Wirkstoffes aus der Hämolymphe in die Organe des Insektes von Bedeutung sein.

Wigglesworth (21), der ausführliche Angaben über den Gehalt der Hämolymphe verschiedener Insekten an Proteinen, Aminosäuren, Kohlenhydraten und Salzen macht, gibt für den Lipoidgehalt der Hämolymphe keine Werte an, sondern berichtet nur, daß der Lipoidgehalt der Hämolymphe von Schaben 14–19 Stunden nach dem Fraß, besonders nach einer fettreichen Mahlzeit, am höchsten ist. Auch Scoggin und Tauber (14) machen in ihrem Sammelreferat über Insektenlipoide (das Literaturverzeichnis enthält 98 Arbeiten) keine Aussage über den Lipoidgehalt der Hämolymphe von Insekten. In eigenen Untersuchungen (Tabelle 1) schwankte der Lipoidgehalt von 1 ccm

Tabelle 1. Lipoidgehalt von 1 ccm Hämolymphe von L_3 und L_4 des Kartoffelkäfers.

	L_3 mg	L_4 mg	$L_3 : L_4$
1.	8,5	9,9	
2.	10	12,5	
3.	6,13	11,35	
	∅ 8,21	∅ 11,27	1 : 1,37

Tabelle 2. Gesamtlipoidgehalt von L_3 und L_4 des Kartoffelkäfers.

	Lebendgewicht g	Larvenzahl	Lipoidgehalt (mg)	Lipoidgehalt in Prozent des Lebendgewichts	$L_3 : L_4$
L_3	20	778	366		
	20	812	353		
		∅ 795	∅ 359,5	1,8	1 : 2,34
L_4	20	136	832		
	20	134	851		
		∅ 135	∅ 841,5	4,21	

Hämolymphe der L_3 des Kartoffelkäfers zwischen 6,13 und 10 mg, der der L_4 zwischen 9,9 und 12,5 mg. Im Durchschnitt von 3 Bestimmungen war das Verhältnis des Lipoidgehaltes von 1 ccm Hämolymphe von $L_3 : L_4 = 1 : 1{,}37$. Der größte Unterschied im Lipoidgehalt der Hämolymphe der beiden Larvenstadien ($L_3 : L_4$ = 6,13 mg : 11,33 mg = 1 : 1,85) wurde an Larven der 2. Käfergeneration im Spätherbst, d. h. zu einem Zeitpunkt ermittelt, an dem erfahrungsgemäß von den jüngeren Larvenstadien bevorzugtes junges Kartoffellaub auf dem Felde wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit nicht mehr vorhanden war und die L_3 zum Unterschied von den weniger anspruchsvollen L_4 möglicherweise bereits Not litten.

Gesamtlipoidgehalt.

Busnel (4) ermittelte den Gesamtlipoidgehalt der L_3 und L_4 mit 1,5% bzw. 3,45% des Körpergewichtes, d. h. ein Verhältnis $L_3 : L_4 = 1 : 2{,}35$. Nach Timon-David (18) macht der Lipoidgehalt der Larven 3% des Körper-

gewichtes aus. Die aus Tabelle 2 ersichtlichen Ergebnisse eigener Untersuchungen stimmen mit diesen Angaben weitestgehend überein. Liegen auch die auf gleiches Lebensgewicht bezogenen Werte mit 1,8% für L_3 und 4,21% für L_4 etwas höher als die Angaben Busnels, so ist das Verhältnis des Lipoidgehaltes von L_3 zu L_4 mit 1 : 2,34 das gleiche, wie es Busnel angibt. Der Durchschnitt der in den eigenen Untersuchungen ermittelten Werte für L_3 und L_4 ergibt mit 3% des Körpergewichtes den gleichen Wert, wie ihn Timon-David ganz allgemein für Larven (ohne Stadientrennung) angibt.

Zahl der Hämozyten.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Hämolymphe fiel die bei den L_4 gegenüber den L_3 stark erhöhte Anzahl der Hämozyten auf. Eine 10mal wiederholte Auszählung sämtlicher Kammern des Blutkörper-Zählapparates Modell Thoma ergab

für L_3 je Kubikmillimeter im Durchschnitt 8970 Hämozyten
für L_4 je Kubikmillimeter im Durchschnitt 31453 Hämozyten

$L_3 : L_4 = 1 : 3,5.$

Diskussion der Ergebnisse.

Auf die Eindringungsrate des örtlich applizierten Insektizides wird der Lipoidgehalt der Hämolymphe von untergeordneter Bedeutung sein, da das DDT nach Wiesmann (20) ebenso wie das E 605 nach Pfaff (11) nur durch die die Sinnesorgane bedeckende Epikutikula und die weichen Intersegmentalhäute in das Insekt einzudringen vermag und dieser Vorgang in erster Linie durch die Eigenschaften dieser Partien des Integuments bestimmt wird. Anders liegen die Verhältnisse, sobald das Insektizid das Integument durchwandert oder nach Injektion oder oraler Verabfolgung Eingang in den Körper gefunden hat und mit der Hämolymphe in Berührung kommt. Die eingangs dargelegte, mit dem Nernstschen Verteilungssatz im Einklang stehende Toxizitätsminderung des DDT bei Verwendung eines Lösungsmittels mit hohem Lösungsvermögen hat ihre Ursache darin, das sich der Wirkstoff auf 2 aneinander grenzende, miteinander nicht oder nur unvollständig mischbare Phasen im Verhältnis seiner Löslichkeit in ihnen verteilt. Die an sich nur geringe Löslichkeit des DDT in der Hämolymphe muß daher mit deren Lipoidanreicherung zunehmen und ein Übertritt des Giftes aus der Hämolymphe in die Nerven als den Ort der Schädigung erschwert werden. Ein um durchschnittlich 37% gegenüber den L_3 höherer Lipoidgehalt und entsprechend erhöhtes Lösungsvermögen der L_4-Hämolymphe kann in diesem Sinne nicht bedeutungslos sein, zumal die Affinität des DDT zum Nervengewebe wahrscheinlich geringer ist, als seine Eigenschaft als ausgesprochenes Nervengift vermuten läßt. Spicer und von Oettingen (15) fanden nämlich bei einer 4 Tage nach 3 Einzelgaben von 500 mg DDT/kg in Olivenöl getöteten Ziege im Omentum-Fett 1121 mg%, in den Mesenteriallymphknoten 306,8 mg%, im Herz 287,7 mg%, den Testes 41,0 mg%, im Rückenmark und Gehirn aber nur 17,4 bzw. 15,5 mg% des Wirkstoffes. Ball und Beck (3) konnten in den ventralen Nervensträngen von Schaben, welche äußerlich mit 200 γ Parathion behandelt waren, bei Untersuchung nach Auftreten der ersten Schädigungssymptome weder im biologischen Test noch auf mikroanalytischem Wege Spuren des Wirkstoffes entdecken und erklären dies mit der Möglichkeit, daß das Gift im Nervengewebe abgebaut wird und daher als solches nicht persistiert. Roan, Fernando und

Kearns (13) fanden im ventralen Nervensystem von Schaben nach Behandlung mit TEPP (Tetraäthylpyrophosphat) mit radioaktivem P_{32} von letzterem ebenfalls keine Spuren, was kaum mit einem Abbau des Tetraäthylpyrophosphats erklärt werden kann, da das radioaktive P_{32} auch im Abbauprodukt hätte nachweisbar sein müssen.

Die Speicherung des DDT im Fett des tierischen Körpers ist aus zahlreichen Veröffentlichungen bekannt. Die Anreicherung erfolgt sowohl im eigentlichen Fettgewebe als auch in den Organen, in diesen proportional ihrem Fettgehalte [Laug und Fitzhugh (7)]. Wiesmann (20) spricht die Vermutung aus, daß bei Insekten die Entgiftung des DDT in subletalen Dosen durch eine Speicherung und eine dadurch bedingte Immobilisierung des Giftes im Fettkörper und in den malpighischen Gefäßen vor sich geht. Der in den eigenen Versuchen ermittelte, gegenüber den L_3 nahezu 2½fache Gesamtlipoidgehalt (bezogen auf gleiches Lebendgewicht) der L_4 und die Tatsache, daß das als Fettspeicher ausgebildete *corpus adiposum* auf Grund seines anatomischen Baues eine sehr große Oberfläche aufweist, müssen eine Speicherung des in das Körperinnere eindringenden DDT in diesem Organ erleichtern und beschleunigen, zumal die in der Hauptsache aus dem *corpus adiposum* stammenden Gesamtlipoide bei Zimmertemperatur flüssig sind. Hierdurch wird eine zentripetale Diffusion des von den Fetttröpfchen aufgenommenen DDT erhöht und eine, die weitere DDT-Adsorption beeinträchtigende, Konzentrationssteigerung in der Tröpfchenoberfläche hintangehalten.

Nach Befunden Arnolds (1) nimmt auch bei der Mehlmotte (*Ephestia kühniella* Z.) gegen Ende der Larvenzeit die Zahl der Hämozyten stark zu. Die Sphäroidozyten, die in erster Linie an der Zunahme beteiligt sind, sind für den Fettumsatz von Bedeutung und vermögen, besonders kurz vor der Verpuppung, Lipoide zu speichern. Wenn die gegenüber den L_3 stark vermehrten Hämozyten der L_4 des Kartoffelkäfers die gleiche Fähigkeit besitzen, müssen sie dank ihrer aus ihrer großen Zahl und ihrer gleichmäßigen Verteilung in der Hämolymphe resultierenden großen Oberfläche ideale DDT-Adsorbenten darstellen, die möglicherweise den Wirkstoff zu speichern, zu entgiften und / oder an die Organe und Gewebe mit hohem Lösungsvermögen, in erster Linie das *corpus adiposum*, abzugeben vermögen. Pistor (12) beobachtete in den mit E 605 begifteten Tarsen von *Calliphora erythrocephala* Meig. größere Ansammlungen von Hämozyten und hält die Annahme einer Abwehrreaktion für naheliegend.

Der gegenüber den L_3 nahezu 2½fache Gesamtlipoidgehalt der L_4 vermag theoretisch eine entsprechend höhere Giftmenge zu speichern und damit unwirksam zu machen als bei den L_3, die demgemäß einer 2½mal höheren freien Giftmenge ausgesetzt waren als die L_4. Nach 10stündiger Versuchsdauer, als die Rückenlage der L_4 mit 36% in dem in Abbildung 1 wiedergegebenen Versuch ihren höchsten Wert erreicht hatte, betrug der Wert für die L_3 96%, was einem Verhältnis von 1 : 2,67 entspricht.

Tobias, Kollros und Savit (19) bestimmten für die amerikanische Schabe die DL 50 des DDT bei Injektion von 1 cmm einer wässerigen Emulsion mit 18 mg/kg, bei Injektion einer Lösung in Erdnußöl mit 82 mg/kg. Es bewirkte die Lösung des zu injizierenden Wirkstoffes in nur 1 cmm Erdnußöl (mit hohem Lösungsvermögen) eine Erhöhung der DL 50 auf das 4,5fache gegenüber der wässerigen Emulsion (mit sehr viel geringerem Lösungsvermögen). Dieser Versuch, dessen Ergebnis von den Autoren nicht näher interpretiert wird, stellt eine künstlich geschaffene Parallele zu den natürlichen Verhältnissen bei den L_4 im Kartoffelkäfer-Larven-Versuch dar. Bei Injektion des DDT in Öl, d. h. in einem Lösungsmittel mit hohem Lösungsvermögen ähnlich dem der *corpus adiposum*-Lipoide, gelangt der

Wirkstoff gewissermaßen bereits (wenn auch in einem körperfremden Fett) „gespeichert" in den Insektenkörper und kann daher nur eine geringe Giftwirkung entfalten. Mer und Furmanska (9) setzten 2 Fliegenserien der gleichen DDT-Kontaktwirkung aus, nachdem die eine Serie 36 Stunden vor Versuchsbeginn mit Magermilch, die andere mit Magermilch + 30% Butterfett gefüttert worden waren. Nach 30 Minuten befanden sich von der mit Butterfettzusatz ernährten Serie 30%, von der fettfrei ernährten Serie 96% in Rückenlage. Eine Wiederholung dieses Versuches, dessen Ergebnisse Mer und Furmanska nicht zu erklären vermochten und zur Diskussion stellten, an einem normalen Fliegenstamm des hiesigen Instituts führte bei Applikation einer 0,5%igen DDT-Azetonlösung auf den Rüssel in 90 Minuten zu 22% Rückenlage der Butterfett-Fliegen und zu 60% Rückenlage der Magermilch-Fliegen, was einem Verhältnis von 1 : 2,73 entspricht. Eine Bestimmung des Gesamtlipoidgehaltes von je 212 Fliegen ergab für die Magermilch-Fliegen 92 mg, für die Butterfett-Fliegen 211 mg, d. h. ein Verhältnis von 1 : 2,29. Diese Werte decken sich weitgehend mit denen des Kartoffelkäfer-Larven-Versuches: Rückenlage (nach 7 Stunden) $L_4 : L_3 = 1 : 2{,}67$; Gesamtlipoidgehalt $L_3 : L_4 = 1 : 2{,}34$.

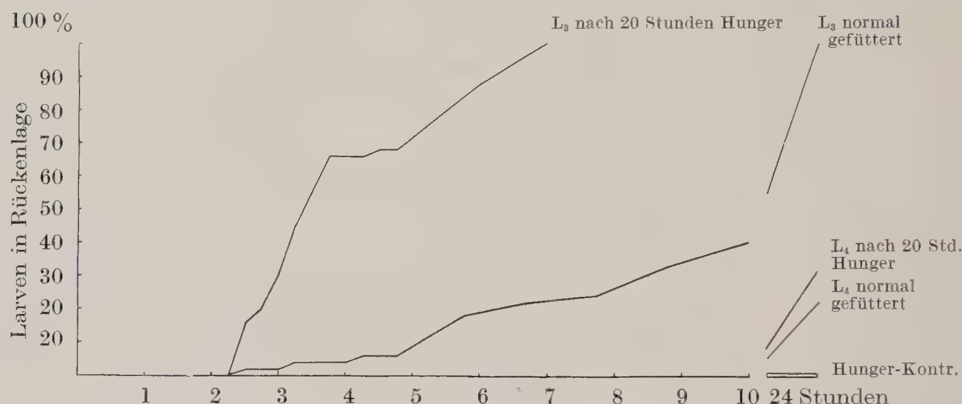


Abb. 2 Unterschiedlicher Einfluß eines der Gifteinwirkung vorausgehenden 20stündigen Hungerns auf die DDT-Empfindlichkeit der L_3 und L_4 des Kartoffelkäfers im Kontaktversuch

Abschließend sei das Ergebnis (Abb. 2) eines eigenen Versuches wiedergegeben, in welchem je 50 L_3 und L_4 des Kartoffelkäfers in einem Falle bis zum Beginn des Kontaktversuches (s. unter Methodik) normal gefüttert, im anderen Falle 20 Stunden vor Versuchsbeginn ohne Futter gehalten wurden. Nach 7stündiger Gifteinwirkung war der Unterschied zwischen den gefütterten und den Hunger-L_3 mit 22% und 100% Rückenlage sogar größer als im Giftfutterversuch (Abb. 1) zwischen den L_4 und L_3. Dagegen war der Unterschied zwischen den gefütterten und den Hunger-L_4 auch nach 24stündiger Gifteinwirkung mit 22% und 32% Rückenlage außerordentlich gering. Das 20stündige Hungern bewirkte einen für beide Larvenstadien annähernd gleichen prozentualen Gesamtlipoidverlust. Da die unbegifteten Hungerkontrolltiere beider Stadien nach 24 Stunden noch keinerlei Schädigung zeigten und gereichtes Futter sofort annahmen, ist der auf die DDT-Empfindlichkeit der L_4 nur sehr geringe, der L_3 aber sehr starke Einfluß des Hungerns darauf zurückzuführen, daß die verbleibenden beträchtlichen Lipoidreserven der L_4 noch ausreichten, die DDT-Wirkung im besprochenen Sinne herabzusetzen, der prozentual gleiche Lipoidverlust bei den an sich schon um das 2½fache lipoidärmeren L_3 dagegen deren Gesamtlipoidgehalt und den Lipoidspiegel der Hämolymphe auf einen Wert erniedrigte, der eine entgiftende Wirkung nicht mehr erkennen ließ.

Dieser Zustand trat bei den bis zum Versuchsbeginn gefütterten L_3 erst nach mehr als 10stündiger Gifteinwirkungs- und damit verbundener Hungerzeit ein.

Die Ergebnisse eigener Untersuchungen und die Interpretation der Ergebnisse anderer Autoren rechtfertigen die Annahme, daß der gegenüber den L_3 nahezu 2,5fache Gesamtlipoidgehalt und der um 37% höhere Lipoidgehalt der Hämolymphe der L_4 ausreicht, den beträchtlichen Unterschied in der DDT-Empfindlichkeit der beiden Larvenstadien des Kartoffelkäfers zu erklären. Möglicherweise ist auch die je Kubikmillimeter Hämolymphe 3,5fache Hämozytenanzahl der L_4 an der Entgiftung des DDT beteiligt.

Zusammenfassung.

In einer früheren Arbeit konnte der Verfasser nachweisen, daß bei gegebener Konzentration die insektizide Wirkung einer Lösung lipoidlöslicher Wirkstoffe dem Wirkstofflösungsvermögen des jeweiligen (nicht flüchtigen) Lösungsmittels umgekehrt proportional ist.

In den vorliegenden Untersuchungen wird unter Zugrundelegung dieser Gesetzmäßigkeit die sehr unterschiedliche DDT-Empfindlichkeit der Larven des 3. und 4. Stadiums des Kartoffelkäfers zurückgeführt auf den 2,34fachen Gesamtlipoidgehalt, den um 37% höheren Lipoidspiegel der Hämolymphe und die 3,5fache Hämozytenanzahl der Larven des 4. Stadiums.

Summary.

In a former paper the author had shown that in definite concentrations the insecticidal effect of a solution of a compound soluble in lipids is reversely proportional to the dissolving power of the respective (non-volatile) solvent. Basing on these results the paper treats the very different DDT-susceptibility of third and fourth instar larvae of *Leptinotarsa decemlineata* (Say); this difference is attributed to the 2.34-fold total lipoid content of the fourth instar larva, to its lipoid level of the hemolymph 37% higher than with the third instar larva, and to the 3.5-fold number of hemocytes in the fourth instar larva as compared with the third instar larva.

Literaturverzeichnis

1. Arnold, J. W.: The haemocytes of the mediterranean flourmoth, *Ephestia kühniella* Zell. — Canad. Journ. Zool. **30,** 352–364, 1952. — Ref. Ber. wiss. Biol. **83,** 181, 1953.
2. — — Effects of certain fumigants on haemocytes of the mediterranean flourmoth, *Ephestia kühniella* Zell. — Canad. Journ. Zool. **30,** 365–374, 1952. — Ref. Ber. wiss. Biol. **83,** 356, 1953.
3. Ball, H. J. und Beck, S. D.: The role of the circulatory and nervous systems in the toxic action of Parathion. — Journ. Econ. Entom. **44,** 558–564,1951.
4. Busnel, R. G.: Etude biochimique des lipoides et des substances réductives chez le *Leptinotarsa decemlineata* Say. — Extrait des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences **205,** 1177, 1937.
5. Langenbuch, R.: Über den Einfluß des Lösungsmittels auf die insektizide Wirkung des Lindans. — Z. Pflanzenkrankh. **60,** 168–181, 1953.
6. — — Quantitative Untersuchungen über die Fraßgiftwirkung des Hexachlorcyclohexans und des DDT. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflzschd. (Braunschweig) **3,** 177–185, 1951.
7. Laug, E. P. und Fitzhugh, O. G.: Journ. Pharmacol. **87,** 18, 1946, zit. nach Domenjoz, Ergeb. Hyg., Bakteriol., Immforschg. u. exp. Ther. **26,** 18–45, 1949.
8. Lindquist, A. W., Roth, A. R. und Hoffman, R. A.: The distribution of radioactive DDT in houseflies. — Journ. Econ. Entom. **44,** 931–934, 1951.
9. Mer, G. G. und Furmanska, W.: The effects of the fat content in the fly food on the resistance to DDT. — Rivista di parasitologia **14,** 49–54, 1953.
10. Munson, S. C. und Gottlieb, M. J.: The differences between male and female American roaches in total lipid content and in susceptibility to DDT. — Journ. Econ Entom. **46,** 798–802, 1953.

11. Pfaff, W.: Untersuchungen über den Aufbau der Insektenkutikula und den Eindringungsmechanismus des Kontaktinsektizides E 605. — „Höfchenbriefe“ **5**, 93–160, 1952.
12. Pistor, K.: Histologische Untersuchungen am Nervensystem von *Calliphora erythrocephala* Meig. nach Insektizideinwirkung. — Naturwiss. **41**, 236 bis 237, 1954.
13. Roan, C. C., Fernando, H. E. und Kearns, C. W.: A radiobiological study of four organic phosphates. — Journ. Econ. Entom. **43**, 319–325, 1950.
14. Scoggin, J. K. und Tauber, O. E.: Survey of literature on insect lipids. — Iowa State Col. Journ. Sci. **25**, 99–124, 1950.
15. Spicer, S .S., Sweeney, T. R. und v. Oettingen et col.: Vet. med. **42**, 289, 1947, zit. nach Domenjoz, Ergeb. Hyg. Bakt., Immun. u. exp. Ther. **26**, 18–45, 1949.
16. Tahori, A. S. und Hoskins, W. M.: The absorption, distribution and metabolism of DDT in DDT-resistant house-flies. — Journ. Econ. Entom. **46**, 829–837, 1953.
17. Thiem, E.: Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit der Kartoffelkäferlarven in Abhängigkeit vom Entwicklungszustand. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin), N. F. **5**, 8–12, 1951.
18. Timon-David, J.: Contribution a l'étude de la biochimique entomologique. Huiles et grasses d'insectes. — Bull. Soc. Chim. Biol. **12**, 395–403.
19. Tobias, J. M., Kollros, J. J. und Savit, J.: Relation of absorbability to the comparative toxicity of DDT for insects and mammals. – Journ. Pharmacol. **86**, 287–293, 1946.
20. Wiesmann, R.: Der Wirkungsmechanismus des Dichlorphenyltrichloräthans bei den Arthropoden, speziell bei den Insekten. — Ergebn. Hyg. Bakt., Immfschg. u. exp. Ther. **26**, 46–61, 1949.
21. Wigglesworth, V. B.: The principles of insect physiology. — Verlag: London, Methuen & Co. Ltd; New York, E. P. Dutton & Co. Inc., 1953.

Entwicklungsmöglichkeiten der Prognose von Gradationen forstlicher Großschädlinge

Von Walter Thalenhorst.

Aus der Abt. B der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Göttingen.

Der Abwehrkampf des Menschen zum Schutz seiner Kulturgewächse wird durch die Plötzlichkeit und Unvorhersehbarkeit gefahrbringender Naturereignisse erschwert: gleichgültig, ob es sich um Wetter- oder Feuerkatastrophen, um den Ausbruch von Pflanzenkrankheiten oder um das Massenauftreten tierischer Schädlinge handelt. Auch die sicherste Gegenmaßnahme ist nutzlos, wenn sie zu spät ergriffen wird. Sie kann andererseits ein verlorener Aufwand sein, wenn sie vorsorglich ausgelöst wird, der erwartete Schaden aber infolge wiederum unvorhersehbarer gegenläufiger Ereignisse nicht eintritt. Eine weitere Unbekannte ist gegebenenfalls die räumliche Verteilung des Schadens nach seiner Intensität: man möchte die Gegenaktion ja schon aus finanziellen Gründen auf das unbedingt Notwendige beschränken, und u. U. sind auch die Nachteile oder gar Gefahren einer Anwendung chemischer Mittel (s. z. B. Solomon 1953) in Rechnung zu stellen. Diese Unsicherheitsmomente gewinnen um so mehr Gewicht, je schwerfälliger die Abwehrmaßnahmen sind, d. h. insbesondere, je längere Zeit Planung und Vorbereitung erfordern.

So bekommt die Prognose, also die Voraussage über das Auftreten, das Ausmaß und den Ablauf von Schadereignissen, ihren Wert als Sicherung gegen Überraschungen wie als Grundlage der Defensive.

Wenngleich die Lösung der damit gestellten Probleme seit mehr oder weniger langer Zeit auf allen Sektoren des Pflanzenschutzes angestrebt wird

(Übersicht: Unruh 1953), ist doch die Forstentomologie in dieser Richtung am weitesten vorgedrungen.

Die Gründe sind: ihre über 100 Jahre alte Tradition und ebenso lange Bekanntschaft mit Großschädlingen aus der Insektenwelt; die durch die Wirtschaftsform bedingte Erhaltungswürdigkeit der bedrohten Waldbestände; die Schwerfälligkeit des Anlaufens großflächiger Bekämpfungsmaßnahmen (s. o.); endlich das Vorhandensein einer geschulten Exekutive in Gestalt der Forstbeamtenschaft. Diese Voraussetzungen haben eine frühzeitige Entwicklung prognostischer Verfahren in Theorie und Praxis teils gefordert, teils ermöglicht.

Prognose bedeutet: von einer gegenwärtigen „Ausgangssituation" her auf eine zukünftige „Zielsituation" schließen. Die Ausgangssituation ist im speziellen Fall charakterisiert durch die Populationsdichte einer bestimmten Insektenart in einem beliebigen Stadium und die derzeitige Valenz der populationsdynamischen Faktoren (Geschlechterverhältnis, Vermehrungspotenz und Gesundheitszustand). Die Zielsituation bezieht sich auf das mögliche Schadereignis, ausgedrückt durch die Abundanz der fressenden Stadien im Verhältnis zur vorhandenen Nahrungsmenge und unter Berücksichtigung des Nahrungsbedarfs sowie zusätzlicher Momente, z. B. der Erholungsfähigkeit der Waldbestände. Im Sinne der Prognose gibt es für jeden Schädling eine „kritische Grenze", die ansagt, bei welcher Individuendichte die verfügbare Nahrung restlos verzehrt wird oder wenigstens in einem solchen Grade, daß der Bestand tödlich bedroht ist. Der Aspekt der Zielsituation liegt darin, ob diese kritische Grenze im Realfall erreicht bzw. ob und mit welchem Abstand sie nicht erreicht wird.

Die Prognose muß sich auf die Voraussage aller Ereignisse gründen, die von der Ausgangssituation zur Zielsituation führen. Je längere Zeit zwischen beiden liegt, um so größer wird naturgemäß die Zahl solcher bestimmender Ereignisse und damit auch die Unsicherheit. Ein Dilemma entsteht dadurch, daß technische und organisatorische Gründe in der Regel eine möglichst frühe Prognose fordern.

Zunächst ist immerhin die Sicherheit der oberen Grenze gegeben, denn auch von einer frühen Ausgangssituation her kann berechnet werden, wie viele Insekten im Höchstfalle fressen werden.

Ein solcher Ausgangspunkt ist das bei gewissen Forstschädlingen in laufender Überwachung erfaßte Puppen- oder Kokonstadium. Dabei lassen sich die derzeitige Mortalität und das Geschlechterverhältnis bestimmen. Auf Grund von Gewicht oder Größe der Puppen bzw. Kokons kann mit einiger Genauigkeit die durchschnittliche Eizahl der Weibchen im voraus berechnet werden. Dichte und Fruchtbarkeit der vorhandenen gesunden Tiere, notfalls ein Umrechnungsfaktor zwischen Bodenfläche und Kronenvolumen, ergeben die maximal mögliche Dichte der Nachkommenschaft im Kronenraum.

Eine entsprechende generelle, von der kritischen Dichte der fressenden Stadien ausgehende Rückrechnung hat zu „kritischen Puppen- bzw. Kokonzahlen" geführt, die für die laufende Überwachung einen einfachen, aber genügend zuverlässigen Maßstab bieten.

Der Fall kann abgeschlossen werden, wenn die errechneten Werte weit genug unterhalb der kritischen Grenze bleiben.

Die Schwierigkeiten beginnen, wenn die Kalkulation zu oberhalb der kritischen Grenze liegenden Zahlen führt. In der Rechnung wird vorausgesetzt, daß alle im Augenblick noch gesunden Puppen oder Kokons Imagines liefern, daß alle Weibchen sämtliche Eier ablegen, und daß aus allen Eiern Larven schlüpfen und sich bis zur Reife entwickeln. Diese Voraussetzungen werden in Wirklichkeit so gut wie niemals erfüllt, da in der zwischen Ausgangs- und Zielsituation liegenden Zeitspanne Mortalitätsfaktoren auftreten, die die Popula-

tionsdichte mehr oder weniger stark, u. U. nahezu bis auf Null, herabdrücken können. Die Prognose müßte also, um nicht gleichsam über die reale Zielsituation hinauszuschießen, auch diese Vernichtungsziffern als Bekannte in die Rechnung aufnehmen. Das ist aber vorderhand noch nicht oder höchstens beschränkt möglich.

Es blieb bislang nichts anderes übrig, als durch ein schrittweises Vorwärtstasten mit Hilfe wiederholter Probesuchen und Gesundheitsanalysen die Zielsituation immer weiter „einzuengen"; d. h. nachdem auf Grund der ersten Berechnung ein Blick über die Gefahren möglichkeit gewonnen ist, wird diese bloße Möglichkeit durch sukzessive Bestimmung der Abgänge in den einzelnen Stadien auf die reale Gegebenheit zurückgeschnitten (Einzelheiten s. Schwerdtfeger 1944). So kann wenigstens ein Kompromiß zwischen frühzeitiger Warnung und endgültiger Sicherheit erreicht werden.

Die Befriedigung darüber, daß dieses Verfahren sich vielfach bewährt hat, sollte das Bemühen um Verbesserung und Erweiterung nicht erlahmen lassen. Möglichkeiten in dieser Richtung müßten durch den ständigen Fortschritt der Erkenntnisse über die Entstehung und den Ablauf von Insekten-Massenvermehrungen gegeben sein. Prognose ist ja nichts anderes als die in die Zukunft projizierte Anwendung dieses Wissens: allgemeines Ziel ist es, auf Grund der Beobachtung vergangener Ereignisse über die Erkenntnis der ihnen zu Grunde liegenden Regelmäßigkeiten zur Vorschau zu gelangen. Es gilt also zu prüfen, welche offenen Probleme vorliegen, und welche neuen Ansatzpunkte zu ihrer Lösung von der Massenwechselforschung her geliefert werden können. Dabei schadet es nichts, wenn die Unzufriedenheit mit dem Alten und die Ansprüche an das Erreichenswerte auch einmal überspannt werden.

Man könnte sich zunächst die schon von Unruh (o. c.) aufgeworfene Frage stellen, ob das bisher Betriebene — die kurzfristige Vorschau von einem Ereignis zum nächsten — überhaupt eine echte Prognose ist, oder ob man nur der Voraussage auf lange Sicht diesen Titel zubilligen soll. Man könnte weiterhin darüber diskutieren, ob der Begriff „Prognose" (Gnosis heißt Erkenntnis!) streng genommen für ein doch immer mit Ungewißheit belastetes Unterfangen zulässig ist. Der Einfachheit halber darf man aber wohl bei der Bejahung dieser letzten Frage bleiben (sonst wäre auch die bescheidenste Prognose nur dem Laplaceschen Geist möglich) und sich darauf beschränken, die auf die bloße Eventualität hinweisende Warnung[1]) auszunehmen. Die erste Frage erledigt sich damit, daß man nach dem Beispiel der Meteorologie zwischen kurz- und langfristiger Prognose unterscheidet, jene dem Sprung von Stadium zu Stadium zuordnet und diese auf längere Entwicklungszeiträume bezieht.

Die kritische Betrachtung des Erreichten ergibt nun folgendes: Die Möglichkeiten der Methodik einer kurzfristigen Prognose dürften weitgehend erschöpft sein; nur in Einzelheiten ist der Platz für weitere Verfeinerungen noch offen (neue Vorschläge: Schwenke 1952). Auf diesem Wege allein können jedoch niemals alle Wünsche befriedigt werden. So begrüßenswert jeder Gewinn an Genauigkeit auch ist: die wichtigste Weiterarbeit an diesem Problem muß doch in eine andere Richtung vorstoßen. Dabei stellen sich folgende konkrete Fragen, deren erste eingangs schon berührt worden ist:

A. Läßt sich der Ablauf akuter Massenvermehrungen in seinen Einzelheiten so weit im voraus übersehen, daß die Höhe der Mortalität im wesentlichen auch auf längere Sicht (also für mehrere Entwicklungsstadien) vorausgesagt werden kann?

---

[1]) Warnung in diesem Sinne wäre von der „akuten" Warnung zu unterscheiden, die die Praxis auf eine mit Sicherheit und unmittelbar bevorstehende Gefahr hinweist (s. Unruh).

Die beiden anderen Fragen sind durch Geschehnisse der jüngsten Zeit aktuell geworden.

B. Läßt sich der Ablauf chronischer Gradationen wenigstens in großen Zügen prognostisch erfassen?

Es handelt sich dabei um Gradationen der sogenannten Dauerschädlinge, die auch — obschon in langjährigem Rhythmus — einen Massenwechsel zeigen. So können z. B. Gradationen der kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina* Christ) nach einer gewissen Zeit wieder verlöschen. In einem solchen Falle kann ein prognostisches Urteil dem Revierverwalter die Entscheidung erleichtern, ob er die heimgesuchten Bestände abtreiben oder halten soll.

C. Kann der Ausbruch von Kalamitäten bestimmter, im allgemeinen selten auftretender Schädlinge vorausgesehen werden, auch ohne daß sie ständig überwacht werden?

Hierbei ist etwa an den Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis* L.) oder die kleine Kiefernbuschhornblattwespe (*Gilpinia frutetorum* F.) zu denken, die vor einigen Jahren unversehens aus der Latenz hervorgetreten sind und ernstlichen Schaden angerichtet haben (Wellenstein 1951, Thalenhorst 1952a). Derartige „Gelegenheitsschädlinge" werden nicht durch Überwachungsmaßnahmen erfaßt, und man könnte der Praxis auch nicht zumuten, sich ihretwegen noch mit zusätzlichen und jahrzehntelang überflüssigen Arbeitsgängen zu belasten.

Das Bemühen, diese Fragen zu beantworten, führt auf den Weg der langfristigen Prognose. Es liegt dann nahe, den Vergleich zu der entsprechenden Arbeitsrichtung der Meteorologie zu ziehen. Die Kenntnis der Schwierigkeiten, vor die sich schon diese Disziplin gestellt sieht, scheint den Entomologen auf den ersten Blick entmutigen zu müssen: befaßt sich doch die Meteorologie mit zwar hochkomplizierten, in ihren Elementen aber doch an physikalische Gesetze gebundenen Erscheinungen, die Entomologie dagegen mit dem Bereich des so eigenwilligen Lebendigen!

Freilich wird das Schicksal des einzelnen Lebewesens — im Gegensatz zum Ablauf eines einfachen physikalischen Vorganges — in hohem Grade vom Zufall bestimmt und ist schlechthin unvorhersehbar[1]). Die Prognose interessiert sich jedoch nicht für Individuen, sondern für Populationen. In diesem Gegensatz zeigt sich insofern eine Parallele zur Physik, als auch in der Mikrophysik der Einzelfall (etwa der Weg eines Elektronenstrahls) unvorhersehbar ist und erst das Verhalten des Kollektivs einer „statistischen" Gesetzmäßigkeit unterliegt (Thalenhorst 1952b, Unruh 1953). In ähnlicher Weise verschwindet auch im Lebensablauf von Populationen der das Individuum treffende Zufall im statistisch Faßbaren: so können wir zwar nicht mit Gesetzmäßigkeiten, aber doch mit Regelmäßigkeiten rechnen, die sich hier — wenigstens bis zu einer gewissen Grenze — um so deutlicher offenbaren, je größer der Blickwinkel wird.

Von dieser Basis aus soll versucht werden, die drei gestellten Fragen nach dem neuesten Stande unseres Wissens zu beantworten.

Die Regulatoren des Massenwechsels einer Organismenart lassen sich schematisch in 3 Gruppen einteilen:

a) die spezifischen Faktoren im weitesten Sinne, d. h. alle Komponenten des Gradocoens (Schwerdtfeger 1941), die mehr oder weniger eng an die betreffende Art selbst gebunden sind: ihre eigenen Reaktionsnormen, so weit sie ein bestimmtes Verhältnis zur Umwelt herstellen oder die Populationen „innerlich" auf Dichte-Änderungen ansprechen lassen, sowie speziell angepaßte Parasiten und Krankheitserreger;

[1]) Die Behauptung Unruhs (o. c., S. 457), daß „das Entwicklungsverhalten eines Schädlingsindividuums mit genügender Erfahrung aus den Einflüssen seiner Umgebung wohl vorausgesagt werden könnte", darf jedenfalls nicht auf das „Schicksal" verallgemeinert werden.

b) die unspezifischen biotopeigenen Umweltfaktoren, d. h. die Gesamtheit der den Massenwechsel beeinflussenden unbelebten und belebten Standortelemente: Bodenverhältnisse, Eigenheiten des Kleinklimas, Vegetation, polyphage Parasiten und Räuber;

c) die unspezifischen biotopfremden Umweltfaktoren: insbesondere die primären Einflüsse des Großwetterablaufs.

Es muß also von Fall zu Fall geprüft werden, ob und inwieweit die Einwirkung dieser Regulatoren auf die populationsdynamischen Geschehnisse bekannt ist, Regelmäßigkeiten folgt und auf Grund dessen vorausgesagt werden kann.

Obgleich die gradologische Forschung noch ständig im Fluß ist, scheinen sich doch folgende Grundzüge abzuzeichnen:

1. Akute Massenvermehrungen werden durch bestimmte Witterungskonstellationen (c) ausgelöst.

2. Die einmal in Gang geratene Gradation unterliegt in ihrem weiteren Ablauf gewissen Regelmäßigkeiten, die im wesentlichen durch die spezifischen Faktoren (a) bestimmt werden.

3. Diese regelmäßigen Abläufe können durch den Eingriff unspezifischer Faktoren (b und c) mehr oder weniger stark verzerrt werden.

4. Am wenigsten übersichtlich ist noch die Dynamik des Massenwechsels chronischer Schädlinge.

Zu 1. Die Tatsache des Zusammenhanges zwischen Witterung und Ausbruch von Massenvermehrungen ist längst bekannt; die Glieder der ihn bildenden Kausalkette liegen aber vielfach noch im Dunkeln.

Während man früher glaubte, in erster Linie die unmittelbaren Einflüsse der Witterungsfaktoren auf die Insekten in diesem Sinne verantwortlich machen zu müssen, ist in letzter Zeit die Bedeutung der mittelbaren Einflüsse in den Vordergrund getreten. Besonders aufschlußreich waren die Nachkriegsjahre, deren z. T. abnorme Witterungsabläufe (Trockenheit 1947 und 1948) auf dem Umwege über die Disposition der Wirtsbäume Massenvermehrungen nicht nur sonst sekundärer Schädlinge (z. B. *Agrilus viridis* L. und *Ips typographus* L.) auslösten oder doch begünstigten, sondern auch Gradationen von Insekten hervorriefen, die bislang als primär angesehen wurden (z. B. *Gilpinia frutetorum* F.). Damit ist natürlich nicht gesagt, daß nicht auch andere indirekte Einflüsse — etwa über Koinzidenzverschiebungen zwischen korrespondierenden Entwicklungsphasen von Wirtspflanze und Insekt — eine entscheidende Rolle spielen können.

Für die Prognostik ist die Kausalfrage nur von zweitrangiger Bedeutung: ihr genügt die bloße Kenntnis des Zusammenhanges. Es bedarf dann im wesentlichen einer Auswertung historisch-statistischer Unterlagen, auf Grund derer man die Ausbrüche von Kalamitäten zu den jeweils in einer „kritischen“ Phase herrschenden Witterungskonstellationen in Beziehung setzen kann.

Diese kritische Phase kann sich u. U. schon auf ein einziges Entwicklungsstadium des Insekts beziehen. So sollen Gradationen des grauen Lärchenwicklers (*Eucosma griseana* Hb.) durch Wärme und Trockenheit zur Eiraupenzeit ausgelöst werden (Schimitschek und Jahn 1948). Vielfach müssen jedoch, über eine längere Zeit verteilt, mehrere Voraussetzungen gegeben sein; z. B. sind für den Ausbruch von Massenvermehrungen der Nonne (*Lymantria monacha* L.) notwendig: warmtrockenes Wetter während des Falterfluges, hohe Temperaturdifferenz zwischen April und Mai, endlich Wärme im Juni und Juli (Wellenstein 1942). Von besonderem Gewicht ist sicherlich eine Wiederholung solcher Konstellationen über mehrere aufeinander folgende Jahre (Wellington 1954).

Man sieht, daß nicht nur der Zusammenhang, sondern schon der primär auslösende Faktor selbst komplexer Natur ist („Konstellation“). Damit wird zwar die Analyse erschwert, auf der anderen Seite aber der Weg zu einer integrierenden Betrachtung nahe gelegt.

Dieser Weg wird neuerdings in Kanada verfolgt. Wellington (1952) hat nachgewiesen, daß Massenvermehrungen des *spruce budworm* (*Choristoneura fumiferana* Clem.) in Jahren stattfinden, in denen die Schadgebiete in abnehmender Häufigkeit von Zyklonen überquert werden und in erhöhtem Maße unter dem Einfluß trockener Luftmassen stehen. Im Gegensatz dazu bereiten sich Gradationen des *forest tent caterpillar* (*Malacosoma disstria* Hb.) vor, wenn das Wetter der betreffenden Landstriche vorwiegend durch maritime Luftmassen und Zyklone bestimmt wird.

Vermutlich werden sich in dem klimatisch stärker differenzierten Europa nicht so einfache Linien ausprägen, aber es könnte sich doch auch für uns lohnen, dieser Spur nachzugehen.

Einen Vorstoß hat unlängst Pschorn-Walcher (1954) unternommen. Er bringt zumindest Indizien dafür, daß auch in Europa Zusammenhänge zwischen säkularen Klimaschwankungen und dem Auftreten von Insektenschäden bestehen. So hat die seit 1920, im Nordwesten verstärkt seit 1940 verzeichnete Zunahme der kontinentalen Tönung des mitteleuropäischen Klimas nicht nur die Verbreitungsgrenzen südlicher Faunenelemente nach Norden verschoben, sondern auch eine Reihe einheimischer, sonst seltener Insektenarten hervortreten lassen.

Eine Nutzanwendung im Dienste der Prognose würde sich weniger für die sowieso schon regelmäßig überwachten Großschädlinge ergeben als gerade für solche Arten (s. Punkt C. auf Seite 575), die nur gelegentlich und mit langen Zeitabständen, offenbar auf Grund ausgesprochen extremer Wetterabläufe, in Massenvermehrungen eintreten. Diese Gradationen brauchen keine Überraschungen mehr zu bieten, wenn man den betreffenden Arten bei späterer Wiederholung solcher Witterungsanomalien spezielle Aufmerksamkeit schenkt. Die Unvollkommenheit der langfristigen Wetterprognose selbst wirkt sich hierbei nicht störend aus, da das Massenauftreten der in Frage stehenden Insektenarten dem witterungsbedingten Anstoß im allgemeinen um eine gewisse Zeit nachhinkt.

Zu 2. Aus dem Widerspiel zwischen den Populationen von Organismenarten und je einzelnen Faktoren, die zugleich in ihrer Effektivität von der Bevölkerungsdichte dieser Art abhängig sind und sie rückwirkend beeinflussen, ergeben sich bestimmte Fluktuationstypen (s. zuletzt Nicholson 1954). Gewiß liegen dieser Erkenntnis errechnete oder experimentell erzeugte populationsdynamische „Modellsysteme" zu Grunde, die in ihrer Einfachheit die meist viel komplizierteren natürlichen Gefüge nur unvollkommen repräsentieren. Immerhin treten die hier entdeckten Grundlinien auch in der Natur zuweilen mehr oder weniger deutlich hervor, und zwar dann, wenn der Massenwechsel einer frei lebenden Art wenigstens vorübergehend wesentlich durch einzelne spezifische, dichte-abhängige Faktoren gesteuert wird. Diese Situation ist im großen und ganzen in der Übervermehrungsphase akuter Gradationen verwirklicht.

Die in den letzten Jahrzehnten an solchen Objekten durchgeführten populationsanalytischen Untersuchungen haben in der Tat gezeigt, daß nach dem Anlauf der Gradationen (s. zu 1) sich in steigendem Maße spezifische Antagonisten aus der Vielzahl der den eisernen Bestand regulierenden belebten und unbelebten Widerstandsfaktoren hervordrängen, mehr und mehr die weiteren Geschehnisse bestimmen und endlich den Zusammenbruch herbeiführen. In der nachfolgenden Übersicht sind einige Beispiele gegeben.

Schädling	Dominierende spezifische Antagonisten
Lymantria monacha L.	Tachine *Parasetigena segregata* Rond., Virus (Polyederkrankheit).
Panolis flammea Schiff.	Tachine *Ernestia rudis* Fall., Mykosen.
Dasychira pudibunda L.	Virus.
Diprion pini L.	Virus; Eiparasiten (dominierend *Achrysocharella ruforum* Krauße).
Gilpinia frutetorum F.	Virus; Kokonparasit *Dahlbominus fuscipennis* Zett.

Man sieht, daß in mehreren Fällen zwei dominierende spezifische Faktoren auftreten. Wenn auch in der Regel nur einer von ihnen den eigentlichen Zusammenbruch erzwingt, so muß die Prognose sich doch grundsätzlich für beide interessieren. Dabei ist zu berücksichtigen, gegen welches Entwicklungsstadium des Schädlings der jeweilige Faktor ansetzt — es ist ein Unterschied, ob es sich z. B. um einen Eiparasiten handelt, der den Kollaps vor Eintritt eines erneuten Schadfraßes verursacht, oder um eine Seuche, die erst nachher ausbricht.

Wodurch die Dichteabhängigkeit der genannten Faktoren bedingt ist, warum z. B. gerade diese und nicht andere Parasiten eine Schlüsselstellung einnehmen, und wie weit etwa auch genetische Vorgänge (s. Franz 1949) mitspielen, ist für die Prognose wiederum von sekundärem Interesse. Entscheidend ist, ob überhaupt eine Regelmäßigkeit im Auftreten der spezifischen Faktoren vorliegt, und das ist offenbar der Fall.

Wir sind zumeist noch nicht in der Lage, über die bloßen Grundzüge hinaus diese Regelmäßigkeit schärfer zu fassen. Es gibt aber doch schon verheißungsvolle Ansätze. Das gilt z. B. für die Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion pini* L. deren gradologisches Verhalten an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten untersucht worden ist. Die bis ins einzelne gehende Übereinstimmung der Ergebnisse berechtigt uns, von einem spezifischen Gradationstyp zu sprechen (Thalenhorst 1953), der eben durch den Antagonismus zwischen der Vermehrungstendenz der Blattwespe und ihren spezifischen Widersachern (s. die Tabelle) bestimmt wird. Auch die Gradationstypen anderer, zu akuten Massenvermehrungen neigender Forstschädlinge sind wenigstens in ihren Umrissen bekannt (Schwerdtfeger 1933); der weiteren Forschung dürften sich gleichfalls Regelmäßigkeiten ihrer Einzelphasen enthüllen.

Es ist also schon einiges gewonnen, wenn wir auf Grund dieser Erkenntnisse voraussagen können, daß z. B. eine Massenvermehrung von *Diprion pini* höchstens zweimaligen Schadfraß mit sich bringt. Das genügt aber nur in solchen Fällen, in denen die Bestände auch durch den schwersten Angriff niemals tödlich bedroht sind und die absolute Populationsdichte der fressenden Stadien im einzelnen unwesentlich ist. Beim Massenauftreten anderer Arten (z. B. der Forleule) entscheidet jedoch das Verhältnis dieser Populationsdichte zur kritischen Zahl über Leben oder Tod des Waldes: hier kann also auf eine letzte Genauigkeit nicht verzichtet werden, und das schon eingangs (S. 573) aufgeworfene Problem einer detaillierten Vorhersage der Mortalität der einzelnen Stadien wird unausweichlich. Leider muß eingestanden werden, daß wir von seiner Lösung noch weit entfernt sind.

Man wird in manchen Fällen vielleicht mit einer befriedigenden Genauigkeit „extrapolieren" können, wenn die Mortalität aller Stadien der vorhergehenden Generation, ihre Entwicklungstendenz in Abhängigkeit von der Gradationsphase und diese selbst bekannt sind. Es muß der Zukunft überlassen bleiben, ob und wie weit etwa eine solche oder andersartige Kombination von kurzfristiger Überwachung und langfristiger Prognose einen Fortschritt bringt.

Zu 3. Die Gradationstypen sind um so reiner ausgeprägt, je weniger das Spiel zwischen dem Schädling und seinen spezifischen Antagonisten durch unspezifische Umweltfaktoren gestört wird. Oder umgekehrt: die Gradationstypen werden um so mehr verschleiert, je stärker diese Störung ist.

Innerhalb gewisser Grenzen scheinen die Abläufe einmal ausgebrochener Massenvermehrungen durch die Witterung nur wenig beeinflußt zu werden. Extreme Abweichungen von der Norm oder ausgesprochene Katastrophen können jedoch das spezifische Kräftespiel unterbrechen.

Solche Störungen brauchen nicht direkter Art (z. B. Spätfröste, extrem hohe und heftige Niederschläge) zu sein. Einen interessanten Fall hat Schimitschek (1941) geschildert. Eine Gradation von *Diprion pini* brach dadurch zusammen, daß die Population unerwartet lange überlag, d. h. in eine offenbar durch abnorme

Witterung induzierte Diapause eintrat und nun den sonst gegen diese Species wenig wirksamen plurivoltinen Kokonparasiten Gelegenheit zu einer eigenen Massenvermehrung gab.

Derartigen Ereignissen steht die langfristige Prognose freilich noch hilflos gegenüber.

Es ist eine alte Erfahrung, daß Forstschädlingskalamitäten innerhalb eines und desselben Gradationsgebietes auf gewissen Standorten katastrophal, auf anderen gedämpft ablaufen. Das wird besonders auffällig, wenn jede Massenvermehrung am gleichen Ort dasselbe räumliche Bild ergibt. Obwohl auch in dieser Richtung noch viele Einzelheiten geklärt werden müssen, kann man doch mit gutem Recht behaupten, daß im ersten Fall der mehr oder weniger reine Gradationstyp zum Vorschein kommt, im zweiten Fall sich jedoch die von der Populationsdichte des Schädlings weitgehend unabhängigen biotopeigenen Widerstandsfaktoren bemerkbar machen und den spezifischen Gradationsablauf stören.

Es ist zwar nicht unberechtigt, aber doch allzu schematisch gedacht, wenn man die typischen Abläufe nur den biocönotisch armen Reinbeständen, die gedämpften dagegen den mit polyphagen Parasiten und Räubern gesegneten Mischwäldern zuschreibt: auch auf den ersten Blick nicht sichtbare räumliche Differenzierungen nach Bestandsklima, Boden und Konstitution der Forstgewächse können — wiederum unmittelbar oder mittelbar — die angedeuteten Unterschiede bedingen.

Der Prognose wird es darum gehen, neben der Tendenz des zeitlichen Ablaufs aus der Kenntnis jener Zusammenhänge das zukünftige räumliche Bild vorausschauen, also etwa die bedrohten Bestände nach dem Grade ihrer Gefährdung klassifizieren zu können. Das Ziel ist durch Zusammenarbeit von Empirie und Analyse erreichbar.

Aufschlußreich sind die von Schwenke (zuletzt 1954; dort weitere Literaturangaben) in verschiedenen Kiefernwaldtypen durchgeführten Untersuchungen. Nach Schwenke zeigt sich innerhalb begrenzter Gebiete eine „Typenkonstanz", d. h. nach seiner Definition eine Gleichheit der Populationsdichte von Forstschädlingen und der Valenz einiger gradologischer Faktoren in Beständen eines und desselben Typs, sogar schon während der Latenzphase der Gradationen.

Zu 4. Während sich für die Lösung der vorstehend besprochenen Probleme doch schon feste Anhaltspunkte vorfinden, würde jeder Versuch, die Möglichkeiten einer Prognose des Ablaufs chronischer Gradationen zu diskutieren, zu einer haltlosen Spekulation führen. Nur soviel kann gesagt werden: auch Dauerschädlinge zeigen ein Auf und Ab ihrer Populationsdichte und können im Laufe der Zeit wieder in die Latenz zurücktreten. Während man gerade an ihnen räumliche Befallsunterschiede (s. zu 3.) besonders gut beobachten kann, wissen wir doch erst wenig darüber, ob die langsamen Schwankungen ihrer Populationsdichte durch die Witterung oder durch das Zusammenspiel mit spezifischen Antagonisten gesteuert wird.

Vielleicht ist die Permanenz des Schadauftretens jener Arten dadurch bedingt, daß spezifische, dichte-abhängige Widersacher fehlen oder ihrerseits wieder durch sekundär dichte-abhängige Faktoren in ihrer Wirksamkeit beschränkt werden.

Einen ersten Einblick haben die in den letzten Jahren an *Tortrix viridana* L. durchgeführten Untersuchungen ergeben (Schütte 1955). Hier spielt jedenfalls die Witterung auf dem Wege über die Koinzidenz zwischen dem Austreiben der Knospen und dem Schlüpfen der Eiraupen eine entscheidende Rolle. Natürlich dürfen diese an einem Objekt gewonnenen Befunde nicht verallgemeinert werden.

Wir müssen uns vorläufig damit begnügen, die Aufgabe gestellt zu haben.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die Prognostik noch einen langen Weg vor sich hat. Ihre Weiterentwicklung muß auf der Kenntnis von Regelmäßigkeiten aufbauen, die ihrerseits nur an einer ausreichenden Zahl von Einzelfällen abgelesen werden können. Die Einzelfälle werden hier durch die Massen-

mehrungen von Forstinsekten repräsentiert, und diese sind — man möchte beinahe sagen: leider — nicht so häufig, daß man in absehbarer Zeit zu praktisch verwertbaren Ergebnissen gelangen könnte.

Zwar haben gerade auf dem Gebiete der Forstentomologie schon mehrere Generationen von Forschern die Massenvermehrungen von Großschädlingen studiert, aber ihre Berichte gehen selten so weit in die Einzelheiten (z. B. quantitative Angaben über die Höhe der Fruchtbarkeit und Mortalität), daß sie uns mehr als grobe Hinweise zu geben vermöchten.

Wir dürfen uns trotzdem nicht davor scheuen, Ziele zu setzen, die wir selbst nicht mehr erreichen werden.

Literatur.

Franz, J.: Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen. — Z. angew. Entom. **31**, 228–260, 1949.

Nicholson, A. J.: An outline of the dynamics of animal populations. — Austral. Journ. Zool. **2**, 9–65, 1954.

Pschorn-Walcher, H.: Die „Zunahme" der Schädlingsauftreten im Lichte der rezenten Klimagestaltung. — Anz. Schädlingsk. **27**, 89–91, 1954.

Schimitschek, E.: Die Übervermehrung von *Diprion pini* L. im westslowakischen Kieferngebiet. — Z. Pfl. kr. u. Pfl. schutz. **51**, 257–278, 1941.

Schimitschek, E., und Jahn, E.: Die Massenvermehrung des grauen Lärchenwicklers *Grapholitha* (*Semasia*) *diniana* Gn. in Nordtirol in den Jahren 1946 und 1947. — Zentralbl. ges. Forst-. u. Holzwirtsch. **71**, 238–249, 1948.

Schütte, F.: Untersuchungen über die Populationsdynamik des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). — Diss. Münster/Westf., 1955.

Schwenke, W.: Unsicherheitsfaktoren bei der Kiefernspannerprognose und Möglichkeiten ihrer Überwindung. — Beitr. z. Entom. **2**, 189–243, 1952.

— — Vergleichende Untersuchungen über die Populationsdichte und einige sie regulierende Faktoren bei der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.), den Kiefernspannern (*Bupalus piniarius* L. und *Semiothisa liturata* Cl.) und dem Kiefernschwärmer (*Hyloicus pinastri* L.) auf der Grundlage einer Einteilung der Kiefernwälder in Waldtypen. — Beitr. z. Entom. **4**, 673–683, 1954.

Schwerdtfeger, F.: Über den Verlauf von Insektengradationen. Dargestellt an einigen Forstschädlingen. — Verh. D. Ges. angew. Entom., 9. Mitgl.-Vers. Erlangen 32–41, 1933.

— — Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. — Z. angew. Entom. **28**, 254–303, 1941.

— — Die Waldkrankheiten. Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. — Berlin 1944, 479 S.

Solomon, M. E.: Insect population balance and chemical control of pests. Pest outbreaks induced by spraying. — Chemistry and Industry, 1143–1147, 1953. — Übersetzung in Z. angew. Entom. **37**, 110–121, 1955.

Thalenhorst, W.: Das Auftreten von Kiefernbuschhornblattwespen in Nordwestdeutschland 1949. — Z. angew. Entom. **34**, 45–64, 1952 (a).

— — Die Bedeutung des Einzelgeschehens in der Gradologie. — Trans. 9th Intern. Congr. Entom. Amsterdam 1951, **1**, 531–534, 1952 (b).

— — Vergleichende Betrachtungen über den Massenwechsel der Kiefernbuschhornblattwespen. — Z. angew. Entom. **35**, 168–182, 1953.

Unruh, M.: Warndienst im Pflanzenschutz. — Z. Pfl. kr. u. Pfl. schutz. **60**, 449–463, 1953.

Wellenstein, G.: Zum Massenwechsel der Nonne. — In: Die Nonne in Ostpreußen (1933–1937). — Monogr. angew. Entom. Nr. 15, 207–278, 1942.

— — Der Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis* L.). Ein zur Zeit besorgniserregender Schädling. — Holz-Zentralbl. **77**, 1162, 1951.

Wellington, W. G.: Air-mass climatology of Ontario north of Lake Huron and Lake Superior before outbreaks of the Spruce Budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.), and the Forest Tent Caterpillar, *Malacosoma disstria* Hbn. (*Lepidoptera: Tortricidae/ Lasiocampidae*). — Canad. Journ. Zool. **30**, 114–127, 1952.

— — Atmospheric circulation processes and insect ecology. — Canad. Entomologist **86**, 312–333, 1954.

Einiges über die Erdbeerblattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* Cock[1])

Von K. Schuch.

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Institut für Obstbau, Heidelberg.

Mit 5 Abbildungen.

Vorbemerkungen.

In USA. und in England hat man schon vor Jahren erkannt, daß die häufig beobachteten Abbauerscheinungen in Erdbeerpflanzungen zu einem wesentlichen Teil auf Virosen zurückzuführen sind, die durch Blattläuse übertragen werden. Als der aktivste und wichtigste Vektor ist die Erdbeerblattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* Cock. (= *Passerinia fragaefolii* Cock. = *Capitophorus fragariae* Theob. = *Myzus fragariae* Theob. = *Myzus fragaefolii* Cock.) ermittelt worden. Sie ist wahrscheinlich in Nordamerika beheimatet, wo sie von Cockerell an Erdbeerpflanzen in Arizona um die Jahrhundertwende gefunden wurde. Schon 1912 hat Theobald ihr Vorkommen in England gemeldet und auf die Verwüstungen hingewiesen, die besonders an Erdbeerkulturen unter Glas angerichtet werden. In Frankreich wurde Balachowsky 1933 auf den Schädling aufmerksam und konnte feststellen, daß das Insekt fast über das ganze Land verbreitet ist. 1935 vermuten Balachowsky und Mesnil (1), daß die Schäden an den befallenen Kulturen ähnlich wie in USA. durch Viren verursacht werden, deren Überträger die Erdbeerblattlaus ist. 1934 weist Harmsen für Holland das Insekt nach.

Über die Verbreitung der *Pentatrichopus fragaefolii* in Deutschland war bei Aufnahme der eigenen Untersuchungen noch nichts bekannt. Nach den nunmehr vorliegenden Ergebnissen ist anzunehmen, daß die Blattlaus auch in Westdeutschland schon seit geraumer Zeit ansässig ist.

Morphologie.

In den Erdbeerpflanzungen begegnet uns das Insekt als Larve, als ungeflügelte Vivipare, als Nymphe und als geflügelte Vivipare. Wie in den westeuropäischen Ländern konnten auch bei uns bisher im Freien keine Sexuales gefunden werden.

Die ungeflügelte Vivipare hat eine Länge von 0,95–1,5 mm. Ihre Farbe ist blaß gelbgrün, Rüsselspitze und Tarsen sind dunkelbraun, die Augen dunkelrotbraun und die Fühler spitzenwärts bräunlich. Ein besonders auffälliges Unterscheidungsmerkmal gegenüber den anderen Blattläusen an der Erdbeerpflanze sind die zahlreichen Knopfborsten, mit denen der Körper von der Stirn bis zur Ansatzstelle der Cauda in ganzer Länge besetzt ist. Diese am Ende kugelig verdickten Borsten befinden sich auch am ersten und zweiten Fühlerglied sowie an der Basis des dritten. Das charakteristische Stirnfeld und die Caudalregion einer ungeflügelten Viviparen zeigt Abbildung 1a. Die Siphonen überragen die Caudaspitze. Die Fühler haben etwa Körperlänge.

Bei der geflügelten Viviparen (Abb. 2) sind im ausgefärbten Zustand Kopf und Fühler schwarzbraun. Der Thorax ist auf seiner Dorsalseite braungrün bis schwarzbraun gefeldert, seine Ventralseite besitzt eine dunkle Zeichnung. Das Abdomen ist hellgrün mit einem dorsal gelegenen graugrünen Feld. Femur und Tibia sind an den äußeren Enden ebenfalls schwarzbraun, desgleichen die Tarsen. Die Flügel haben dunkles Geäder. Die Fühler sind etwas länger als der Körper. Im

[1]) Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens über die Virosen bei Erdbeere und Himbeere von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

Gegensatz zur Ungeflügelten sind die Knopfborsten undeutlich. Ein medianes Punktauge und zwei laterale Ozellen sind vorhanden.

Die Larve ist von blaß weißgrüner Farbe. Ihre Augen sind zunächst leuchtend rot und werden später dunkler. Der Körper ist mit auffälligen Knopfborsten besetzt. Ihre Anordnung an der Stirn und an dem caudalen Körperende zeigt Abbildung 1b.

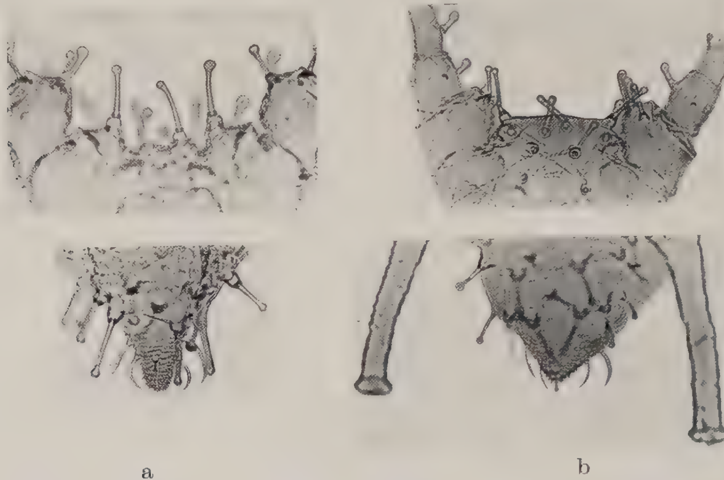


Abb. 1. Stirnfeld (oben) und Caudalregion (unten) von *Pentatrichopus fragaefolii* a ungeflügelte Vivipare, b Larve (0,78 mm lang) (156mal vergrößert).

Wirtspflanzen.

In der amerikanischen Literatur werden als Wirtspflanzen genannt: *Fragaria* sp., *Potentilla* sp. und *Rosa* sp.. Hodson (6) hat in England in der Nähe stark befallener Erdbeerfelder die Blattlaus auf anderen Pflanzen als der kultivierten Erdbeere trotz eifriger Suche nicht feststellen können. Jedoch gelang es ihm, im Übertragungsversuch auf der wilden Erdbeere, auf *Potentilla* sp. und auf der Gartenrose Kolonien zu begründen, die sich über mehrere Generationen ungeschlechtlich fortpflanzten ohne Anzeichen der Schwäche. Unsere Erfahrungen sind ähnlich. Wir haben draußen nur auf der Gartenerdbeere die Blattlaus ermitteln können und auf *Fragaria vesca* am Rande stark befallener Felder uns vergeblich nach ihr umgesehen. Im Laboratorium wanderte aber das Insekt von stark besetzten Kulturerdbeeren freiwillig auf benachbarte Sämlinge von *Fragaria vesca* über und hielt sich darauf. Die Ver-



Abb. 2. Geflügelte Vivipare der Erdbeerblattlaus am Stiel eines Erdbeerblattes (etwa 20mal vergrößert).

mehrung war allerdings mäßig. Hingegen erwies sich in unseren Versuchen unter Gewächshhausbedingungen *Potentilla anserina* als eine ausgezeichnete Wirtspflanze, auf der sich starke Blattlauskolonien zu entwickeln vermögen (Abb. 3). Diese Futterpflanze hat sich auch zur Beschaffung der Überträgerläuse für den Virustest als vorteilhaft herausgestellt. Obwohl die Blattlaus mithin auf verschiedenen Pflanzenarten zu gedeihen vermag, liegt kein Anzeichen für einen Wirtswechsel vor. Soweit bekannt, ist die kultivierte Erdbeere die einzige Pflanze, auf der die Erdbeerblattlaus unter natürlichen Bedingungen normalerweise lebt (3).

Wie die Blattläuse im allgemeinen, so hat auch *Pentatrichopus fragaefolii* eine Vorliebe für das jüngste Pflanzenmaterial, für die noch in Entwicklung begriffenen Blätter und für die Stolonenspitzen. Die sich bildenden Blütenstände werden gleichfalls besetzt. Gegenüber den jüngeren und jüngsten Blättchen tritt der Besatz an den alten Blättern stark zurück. Die meisten Läuse befanden sich zwar auf den Blättern mittlerer Größe, doch stehen die ganz kleinen, noch zusammengefalteten Blättchen in der Besiedlungsdichte an erster Stelle. Wenn man die Kleinheit der Stolonenspitzen berücksichtigt, erscheint auch der daran gefundene zahlenmäßig geringe Besatz in einem anderen Lichte.



Abb. 3. Kolonie der Erdbeerblattlaus an *Potentilla anserina*. (0,8 bzw. 6mal vergrößert).

Nach Untersuchungen von de Fluiter (2) läßt die jahreszeitliche Verteilung der Blattläuse 2 Perioden erkennen, in denen die Vermehrung besonders begünstigt ist. Die erste erstreckt sich von April bis Juni und die zweite von August bis November. Beide fallen zusammen mit den Zeiten, in denen die Erdbeerpflanze in verstärktem Maße neue Blätter bildet. Mit der Vorliebe für junges Blattwerk hängt wohl auch zusammen, daß der Befall der Felder mit dem Alter der Pflanzung abnimmt (3).

Über den Einfluß des Wetters auf das Überwintern und das Gedeihen der Blattlaus.

Die Abhängigkeit der Erdbeerblattlaus von klimatischen Bedingungen ist zwar noch nicht ausreichend geklärt, doch sind schon wertvolle Anhaltspunkte für diesbezügliche Betrachtungen vorhanden. In Westeuropa, in Frankreich, England und Holland, wird die Blattlaus während des ganzen Jahres auf den Erdbeerfeldern angetroffen. Die Überwinterung geschieht im parthenogenetischen Stadium. Der im Freien bestenfalls nur sporadisch auftretenden geschlechtlichen Generation bzw. dem Eistadium wird keine praktische Bedeutung beigemessen (2, 3). Für die mobilen Stadien müssen aber die Wintermonate als eine außerordentlich kritische Zeit angesehen werden, was die Er-

fahrungen bestätigen. So hat de Fluiter (2) beobachtet, daß nach strengen Wintern und bei schlechten klimatischen Bedingungen im Frühling und frühen Sommer die Populationen sich erst im Herbst erholen, während nach milden Wintern oder bei günstigen klimatischen Bedingungen im Frühling und frühen Sommer sie bereits im späten Juni oder frühen Juli zu einer beachtlichen Höhe kommen.

Tabelle 1. Jahreszeitliche Änderung in der Populationsdichte der Erdbeerblattlaus auf demselben Feld. Heidelberg, Sorte „Regina", dreijährig. Besatz an je 100 Blättern

Datum	Larven	Ungeflüg. Vivipare	Nymphen	Geflüg. Vivipare	Gesamtzahl	Bemerkungen
25. 8. 54	5	—	—	—	5	
7. 9. 54	29	2	1	—	32	
21. 9. 54	26	1	—	—	27	
7. 10. 54	29	2	—	—	31	
25. 10. 54	13	6	—	—	19	
8. 11. 54	13	3	—	—	16	
15. 11. 54	33	8	—	—	41	
26. 11. 54	43	2	5	1	51	
10. 12. 54	30	3	1	—	34	
7. 1. 55	4	—	—	—	4	6 Tote
31. 1. 55	1	—	—	—	1	7 Tote
28. 2. 55 bis 25. 5. 55	—	—	—	—	—	
8. 6. 55	1	—	—	—	1	
24. 6. 55	—	—	—	—	—	
14. 7. 55	19	5	1	—	25	
17. 8. 55	72	9	4	—	85	

Für den starken Abgang an überwinternden Blattläusen unter dem Einfluß des Wetters sprechen auch unsere Feststellungen (Tabelle 1). Gemessen an den westeuropäischen Erfahrungen hielt sich im vergangenen Jahr auf einer systematisch untersuchten Parzelle der Blattlausbestand relativ niedrig. Die meisten Läuse wurden erst am 26. 11. 1954 gezählt, und zwar 51 Tiere auf 100 Blättern; unter ihnen befanden sich 5 Nymphen und eine Geflügelte, die einzige von uns bisher im Freien festgestellte. In der Zeit vom 10. 12. 1954 bis zum 31. 1. 1955 brach dann die Population zusammen, und an den Blättern konnten tote Blattläuse gefunden werden. Anschließend waren die Befunde negativ bis zum 25. 5. 1955, als eine neue Population sich aufzubauen begann. Für den im Winter 1954/55 erfolgten starken Abgang an Blattläusen dürfte vornehmlich das Wetter im Januar verantwortlich zu machen sein. Die Tagesminima bewegten sich im wesentlichen zwischen 0 und —5° C, die Niederschläge fielen in der Masse als Regen, der Schneefall war unbedeutend.

Gleichsinnige Feststellungen liegen aus England vor, wo die Abwesenheit der Blattlaus im Frühjahr 1947 von Dicker (4) der hohen Mortalität zugeschrieben wird, die das sehr strenge Wetter im Februar und März verursachte. Desgleichen wird in der Schweiz auf die kritischen Wintermonate verwiesen. Nach dortigen Beobachtungen sollen sich die Läuse zwar unter der Schneedecke halten, bei der Schneeschmelze aber stark dezimiert werden (5).

In der westlichen Schweiz sind mehrere Gebiete ermittelt worden, die von der Erdbeerblattlaus verschont bleiben, für die Erdbeerkultur aber noch günstig sind. So ist es bisher gelungen, in Loys sur Grône (941 m hoch) ein Erdbeersortiment, dem auch für Viren sehr empfindliche Pflanzen wie z. B. Royal Sovereign angehören, vollständig gesund zu erhalten (5).

Die Verbreitung der Blattlaus im westlichen Deutschland.

Im Zusammenhang mit der Aufgabe, den deutschen Raum auf das Vorhandensein von Gesundheitslagen für die Erdbeervermehrung zu überprüfen, ist es dringend notwendig, ein sicheres Bild von der jetzigen Verbreitung der Blattlaus zu bekommen. Bevorzugt wurden bisher die Hauptanbaugebiete der Erdbeere in Westdeutschland untersucht (Abb. 4) und mehr als 7000 Blätter auf Läuse überprüft. Ein besonders starker Befall lag in den Erdbeerpflanzungen bei Bühl in Baden vor, wo die Sorte „Sieger" auf warmen Granitverwitterungsböden in Weinbergslagen steht. Im Höchstfalle konnten dort gegen Ende der diesjährigen Erdbeerernte 416 Tiere auf 50 jungen Blättern gezählt werden. Für unsere deutschen Verhältnisse ist diese Populationsdichte ganz außergewöhnlich groß. Während bei Bühl der Besatz allgemein stark war, wurde in den anderen



Abb. 4. Verbreitung der Erdbeerblattlaus in Westdeutschland. + Fundort, ○ Befund negativ.

Befallsgebieten eine sehr unterschiedliche Besiedlung vorgefunden. Das mag seine Ursache zum Teil im Alter und im Zustand der Felder haben, sowie in der Sorte, zum Teil vielleicht auch in Pflanzenschutzmaßnahmen, die sich zwar noch nicht gegen Vektoren richten, wohl aber hier und da gegen die Erdbeermilbe *Tarsonemus fragariae*, die zu einer ernsten Plage geworden ist, und zuweilen wohl auch gegen die Spinnmilbe *Tetranychus urticae*, die gleichfalls schwere Schäden anrichten kann. Nächst Bühl folgt Heidelberg mit im Höchstfalle 162 Tieren

auf 100 Blättern. Dem gegenüber treten die anderen Fundstellen in der Besiedlungsdichte stark zurück. In Vierlanden wurde auf 3 × 100 Blättern nur eine Laus der gesuchten Art ermittelt.

Insgesamt bleibt festzustellen, daß die Erdbeerblattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* in Westdeutschland Fuß gefaßt und besonders günstige Bedingungen bei Bühl vorgefunden hat. Negativ waren die bisherigen Befunde bei Heilbronn, bei Stuttgart und in dem umfangreichen fränkischen Anbaugebiet südlich Bamberg. Diese negativen Befunde schließen natürlich nicht aus, daß in diesen Gebieten bereits ein sporadischer Befall vorliegt. Deshalb ist es notwendig, weitere Erhebungen zu machen, um das Bild von der Verbreitung des Schädlings zu festigen. Es werden sich dann die Gebiete herausstellen, in denen die Laus als Dauerschädling in namhafter Menge auftritt und die Gebiete, in denen sie sich in nennenswerter Anzahl nicht zu halten vermag, sofern es solche dort, wo die Erdbeere bei uns gut gedeiht, überhaupt gibt. Daran zu zweifeln besteht aber kaum Anlaß, denn man darf wohl annehmen, daß der starke Begrenzungsfaktor, der in den winterlichen Witterungsbedingungen liegt, sich nicht nur in Höhenlagen auswirkt, sondern auch in den Gebieten mit mehr kontinentalem Klima verstärkt ins Gewicht fällt. Mit ganz besonderer Aufmerksamkeit sind die Erdbeeranlagen in Vierlanden unter Kontrolle zu halten, weil von dort die wichtigen Erdbeervermehrungsgebiete auf der holsteinischen Geest und im Lüneburger Raum durch die Geflügelten verseucht werden könnten.

Die Blattlaus als Virusträger.

Als Direktschädling hat *Pentatrichopus fragaefolii* bisher im Freien keine nennenswerte Bedeutung erlangt. Unter Gewächshausbedingungen kann jedoch die Vermehrung des Insekts an der Erdbeere so stark sein, daß Hunderte von Tieren an einem Blatt sitzen. Bei dieser Befallsstärke leiden selbstverständlich die Pflanzen sehr und gehen schließlich zugrunde. Die große wirtschaftliche Bedeutung der Blattlaus für den Erdbeeranbau ist in ihrer Betätigung als Virusüberträger zu sehen. Sie gilt als Vektor für die Blattrandvergilbung (Yellow Edge), für die Kräuselkrankheit (Crinkle), für den Zwergwuchs (Strawberry Stunt) und für die Hexenbesenkrankheit (Witches' Broom).

Im Rahmen virologischer Untersuchungen, die zusammen mit Herrn Dr. Domes durchgeführt werden, sind Blattläuse aus der Bühler Gegend an Blättern eingetragen und ohne Einschaltung einer Hungerzeit auf Testpflanzen gebracht worden. Auf jede Pflanze kamen 10 Läuse für die Dauer von 3 Tagen. Die als Testpflanzen verwendeten Sämlinge von *Fragaria vesca* reagierten schon im Verlaufe weniger Wochen mit auffälligen Symptomen, und zwar mit Kümmerwuchs und Blattfleckung (Abb. 5). An der Virusnatur der Ursache dieser Erscheinungen besteht kein Zweifel. Es ist damit erwiesen, daß die aus der Bühler Gegend stammenden Läuse Träger von Viren gewesen sind, deren Art noch aufzuklären ist.

Bemerkenswert bleibt nun, daß die von *Pentatrichopus fragaefolii* besiedelten Erdbeerpflanzungen bei Bühl im großen und ganzen keinen kranken Eindruck machten und auch noch im dritten Jahre einigermaßen befriedigen sollen. Es scheint somit, daß die Sorte „Sieger", um die es sich handelt, gegenüber der bei Bühl vorkommenden Viruskrankheit verhältnismäßig widerstandsfähig ist. Für einen schleichenden Abbau spricht aber doch die dort allgemeine Feststellung, daß neue Pflanzungen in Wuchs und Ertrag bedeutend

mehr leisten, wenn das Pflanzenmaterial nicht den Bühler Feldern entstammt, sondern aus einem norddeutschen Vermehrungsgebiet bezogen wird. Entsprechend dieser Erfahrung wird von dem Ankauf frischen Pflanzmaterials in großem Umfange Gebrauch gemacht.



Abb. 5. *Fragaria veca.* a rechts Kontrollpflanze, links viruskranke Pflanze b rechts gesundes Blatt, links viruskrankes Blatt.

Zusammenfassung.

Die Blattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* Cock. gilt als der wichtigste Virusüberträger bei der Erdbeere. Sie ist wahrscheinlich in Amerika beheimatet und von dort nach Europa eingeschleppt worden. In Westeuropa ist sie schon seit einigen Jahrzehnten ansässig und nunmehr auch für Deutschland nachgewiesen. Besonders stark hat sie sich im badischen Raum vermehrt. Einen Wirtspflanzenwechsel nimmt die Blattlaus nicht vor. Im Freien ist sie in Europa bisher

nur auf der Gartenerdbeere gefunden worden. Unter Gewächshausbedingungen gedeiht sie jedoch auch auf *Potentilla anserina* ganz ausgezeichnet. Die Überwinterung findet im parthenogenetischen Stadium statt. Gegen Jahresende dürften vielleicht, wie aus Gewächshauszuchten gefolgert wird, auch im Freien Sexuales auftreten und vereinzelt Eier zur Ablage kommen. Gefunden hat man diese im Freiland jedoch noch nicht. Für Westeuropa mit seinen im allgemeinen milden Wintern wird den Sexuales bzw. dem Eistadium keine praktische Bedeutung zugemessen. In einigen deutschen Erdbeeranbaugebieten war die Suche nach der Blattlaus negativ. Die Frage, ob das Insekt bei uns noch im weiteren Vordringen begriffen, bzw. ob seiner Ausbreitung ernsthafte Widerstände im Wege sind, kann noch nicht entschieden werden. Für das Hauptverbreitungsgebiet bei Bühl ist nachgewiesen worden, daß dort vorkommende Läuse mit den Erregern einer Virose behaftet sind, die bei *Fragaria vesca* zu einer starken Wuchsdepression und einer Blattfleckung führt.

Literatur.

1. Balachowsky, A. und Mesnil, L.: Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris 1935.
2. De Fluiter, H. J.: Phaenologische Waarnemingen betreffende de aardbeiknotshaarluis (Pentatrichopus fragaefolii Cock.) in Nederland. — Entomologische Berichten, **15,** 94–98, 1954.
3. Dicker, G. H. L.: The strawberry aphid, Pentatrichopus fragaefolii Cock. and its control. — Rep. E. Malling Res. Sta. 132–138, 1949.
4. — — The shallot aphid, Myzus ascalonicus Doncaster, a pest of cultivated strawberries. — Rep. E. Malling Res. Sta. 139–140, 1949.
5. Gallay, R., Bovey, R. und Perraudin, G.: Rapport d'Activité 1953. Stations Féderales d'essais Agricoles Lausanne.
6. Hodson, W. E. H.: On the synonymy and biology of the strawberry aphis, Capitophorus fragariae, Theo. (1912). — Bull. entomol. Res. **28,** 409–416, 1937.

Über das Verhalten phytophager Insekten während des Befallsflugs unter dem Einfluß von weißen Flächen[1])

Von V. Moericke, Bonn.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn
Direktor: Prof. Dr. H. Braun.

Mit 2 Abbildungen.

Viele phytophage Insekten werden während des Befallsflugs — wenn sie in Bodennähe langsam dahinfliegen, um eine Wirtspflanze zu finden — durch gelbe und grüne Farbflächen zum Landen veranlaßt; sie fliegen z. B. in gelbe, wassergefüllte Schalen, die auf dem Boden stehen, oft in großen Mengen ein. Das Ausmaß der Einflüge wird von der Umgebung wesentlich beeinflußt: auf nacktem Erdboden stehende Gelbschalen sind besonders fängig, während z. B. bei weißer Umgebung, insbesondere wenn das Weiß gleichzeitig Ultraviolett remittiert (Baumwolltuch, holzfreies Papier, Bleiweiß), die Gelbschalen fast leer bleiben (0–10% im Vergleich zur Erdbodenumgebung). Der Einfluß von Weiß zeigte sich schon bei einem 20 cm breiten weißen Streifen, der um eine 34 × 34 cm große Gelbschale gelegt war, in voller Stärke (1% im Vergleich zu

[1]) Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Gelbschale ohne Weiß), ja selbst ein 7 cm breiter weißer Streifen minderte den Einflug in Gelb noch auf 9% (Moericke 1955).

Es blieb die Frage offen, wie diese auffallende Weißwirkung zustande kommt. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Lösung dieser Frage angestrebt; es sollte insbesondere entschieden werden, ob die Tiere sich von weißen Flächen abwenden, sie also gar nicht niedrig überfliegen, oder ob sie zwar über das Weiß hinfliegen und in den Bereich der Gelbschalen gelangen, aber sich ihre Stimmung unter dem Einfluß des Weißreizes derart ändert, daß das Landen auf dem Gelb unterbleibt. (Eine dritte Deutungsmöglichkeit, die auf einen Einfluß des geringen Helligkeitsunterschiedes zwischen Weiß und Gelb hinzielt, kann man ausschließen, da teilweise auch schwarze Umgebungsflächen sich einflugsmindernd auswirkten, obwohl hier der Helligkeitsunterschied erhöht ist.)

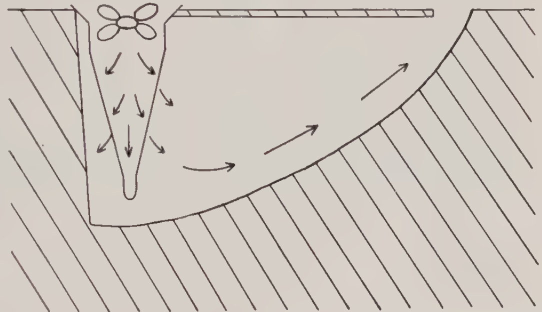


Abb. 1. Saugfalle mit Mündung in Bodenhöhe und Schacht zur Ableitung der Luft (in Richtung der Pfeile).

Methode. Da man mit Saugfallen weitgehend unabhängig von der Stimmung der Tiere die Flugdichte in der Luft erfassen kann, so ließ ihre Anwendung eine Klärung der Frage nach dem Flug über weißen Flächen erwarten; es wurden zwei vereinfachte Saugfallen (Johnson 1950; ohne stundenweise Fangsonderung) mit der Mündung (⌀ 40 cm) in Bodenhöhe in den Boden versenkt (s. Abb. 1); die eine war von nacktem Erdboden, die andere von einem weißen Baumwolltuch (1,30 mal 1,30 cm) umgeben. Die austretende Ventilatorluft der Saugfalle wurde durch einen 3 m langen, überdeckten Graben abgeleitet, um störende Luftbewegungen über der Saugfalle selbst zu vermeiden. Der Saugbereich der Falle ist nicht groß, er dürfte etwa 10–20 cm (um die Öffnung herum) betragen. Außer den zwei Saugfallen wurden, um einen weiteren Vergleich zu erhalten, zeitweise zwei Gelbschalen (23 cm Durchmesser) in entsprechender Weise (eine auf Erdboden, eine auf weißem Tuch) aufgestellt. Die Fänge wurden halbtagsweise erfaßt, die Standorte der Schalen bzw. der Saugfallen jeweils gewechselt. Die Versuche liefen während guter Flugzeiten vom 23.–29. Juli 1953 an 7 Halbtagen, teils vor-, teils nachmittags. Die Ergebnisse waren immer gleichsinnig. In Abbildung 2 sind 3 Fangzeiten vom 25.–27. Juli, an denen auch Gelbschalen aufgestellt waren, herausgegriffen.

Ergebnisse. In der Saugfalle, die von weißem Tuch umgeben war, fingen sich durchweg nur wenig Tiere und zwar 4–24% gegenüber der Saugfalle mit Bodenumgebung (Abb. 2). Am stärksten zeigte sich der Einfluß der weißen Umgebung bei *Aleurodes brassicae* Wlk. und bei *Myzodes persicae* Sulz. (4–6%); bei *Rhopalosiphon padi* L. war er geringer (14%), andere Blattlausarten ließen sich durch das Weiß noch weniger beeinflussen, so daß die nicht bestimmten Aphiden („übrige Aphiden") 24% (im Vergleich zu Saugfalle mit Bodenumgebung) erreichten. Bei den Dipteren, die in der Saugfalle in großer Menge gefangen wurden, betrug der Prozentsatz 19, ein recht niedriger Wert, wenn man berücksichtigt, daß es hier sich um zahlreiche Arten handelt, die sicher verschieden auf optische Reize ansprechen. Psylliden wurden in den Saugfallen fast keine erbeutet.

Um die Schwankungsbreite der Ergebnisse im Verlauf des Versuchs aufzuzeigen, seien noch die Prozentwerte (Saugfalle in Weiß in Prozent von Saug-

falle auf Boden) von 3 Fängen vom 23.–24. 7. 1953 angeführt. Sie betrugen bei Gesamtaphiden 22, bei *Myzodes persicae* 11, bei den übrigen Aphiden 24, bei *Aleurodes brassicae* 5, bei Dipteren 9. Hier wurden auch Hymenopteren ausgezählt; es fingen sich bei weißer Umgebung 11%, wobei die absolute Zahl in der Saugfalle mit Bodenumgebung 1170 betrug. Die Zahlen fügen sich dem oben angegebenen Bild durchaus ein. Gleichsinnige Ergebnisse wurden auch bei einer Wiederholung der Versuche im Sommer 1955 erzielt.

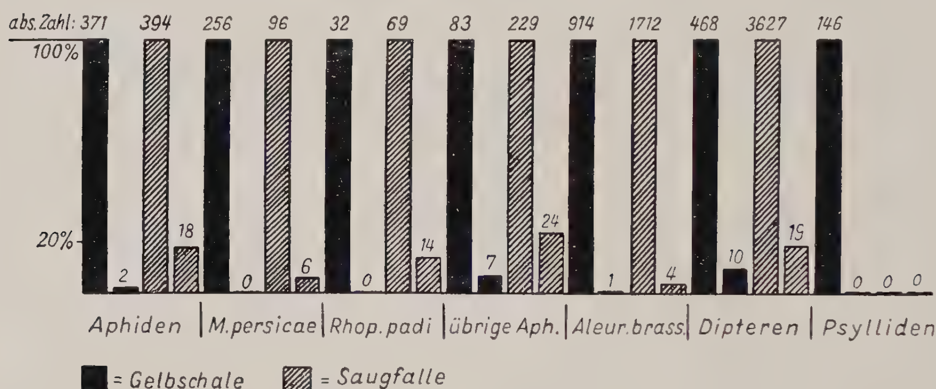


Abb. 2. Insektenfänge in Gelbschalen und Saugfallen bei Umgebung mit weißem Tuch (jeweils rechts) bzw. nacktem Erdboden (jeweils links). Angaben in Prozent der Fänge mit Erdbodenumgebung, oben absolute Zahlen. Bonn, 25.—27. 7. 1953.

Die Weißwirkung bei Gelbschalen zeigte sich — in Übereinstimmung mit früheren Versuchen (Moericke 1955) — in einer Minderung auf 0–10% im Vergleich zu Gelbschalen auf Erdboden, wobei *Myzodes persicae*, Aleurodiden und die Psylliden unter 1% blieben, während die Gesamtheit der Dipteren 10% erreichte.

Die Prozentsätze (Fänge in weißer Umgebung in Prozent von Fängen bei Bodenumgebung) waren bei den Gelbschalen jeweils niedriger als bei Saugfallen.

Ein Vergleich der absoluten Zahlen von Gelbschalen und Saugfallen fällt bei Bodenumgebung bei den meisten Tieren zugunsten der Saugfallen aus, so fingen sich in der Saugfalle (Bodenumgebung) etwa doppelt soviel *Aleurodes brassicae* und „übrige Aphiden" als in der Gelbschale (Bodenumgebung), dreimal soviel *Rhopalosiphon padi* und 8mal soviel Dipteren. Im Gegensatz dazu erreichte *Myzodes persicae* in der Saugfalle (Bodenumgebung) nur ⅓ des Wertes der Gelbschale, und Psylliden wurden, wie erwähnt, in der Saugfalle fast nicht gefangen, obwohl der Einflug in Gelbschalen stark war. Der entsprechende Vergleich bei weißer Umgebung zeigte eine noch stärkere Überlegenheit der Saugfalle, und zwar bei allen Arten, auch bei *Myzodes persicae*.

Besprechung der Ergebnisse. Die verhältnismäßig kleinen Saugfallenfänge bei weißer Umgebung (4–24% von denen bei Erdumgebung) ließen den Schluß zu: über einer weißen Fläche fliegt nur ein Bruchteil der Insekten, die über nacktem Erdboden fliegen. Die weiße Fläche wird gemieden; die Tiere, die über den nackten Boden fliegen, wenden sich also, wenn sie an die weiße Fläche gelangen, von dieser ab.

Diese Schlußfolgerung hat zur Voraussetzung, daß die Tiere nicht etwa auf dem weißen Tuch und zwar an seinem Rand landen. In solchem Falle finge die Saug-

falle in der Mitte des weißen Tuches ebenfalls nur wenig, da die Tiere nach ihrem Start vom weißen Tuch meist steil hoch fliegen, so daß sie nicht in den Saugfallenbereich gelangen. Diese Voraussetzung ist, wie das laufende Absammeln der auf Weiß gelandeten Tiere ergab, für *Myzodes persicae* Sulz., *Doralis fabae* Scop., *Aleurodes brassicae* Wlk. und viele Dipteren und Hymenopteren erfüllt. Es kamen zwar Landungen vor, doch fielen diese zahlenmäßig nicht ins Gewicht. Einige Aphidenarten, z.B. *Sitobium avenae* (und möglicherweise auch andere Insektengruppen) zeigten jedoch ein anderes Verhalten. Sie landeten in manchen Flugstunden recht häufig auf weißem Tuch, so daß man hier eine besondere Reaktion auf Weiß vermuten kann. Diese Fälle sollen hier außer Betracht bleiben, bis weitere Untersuchungen vorliegen.

Das Meiden einer weißen Fläche war früher schon vermutet worden (Moericke 1955), da Gelbschalen, die von einem weißen Tuchrahmen umgeben waren und zwar so, daß zwischen Rahmen und Schale noch eine 75 cm breite Erdoberfläche lag, viel weniger Zuflug als Gelbschalen ohne diesen Rahmen erhielten, obwohl die Rahmengelbschalen unmittelbar von Erdboden umgeben waren.

Die durch die Saugfallenfänge erschlossene Abschreckwirkung des Weiß ließ sich auch unmittelbar nachweisen und zwar durch Beobachtung vor einheitlich hellem oder dunklem Hintergrund aus einem tiefen Erdloch heraus (mit den Augen in Bodenhöhe): In guten Flugstunden flogen zahlreiche Tiere langsam dicht über dem Boden dahin, über einem weißen auf dem Boden liegenden Tuch herrschte dagegen fast völlige Flugruhe. Fliegende Tiere (und zwar insbesondere Aphiden), die nahe an den Rand des weißen Tuches kamen, änderten ihre Flugrichtung, flogen von dem Tuch weg oder an ihm entlang oder stiegen höher und überflogen es. Die negative Reaktion gegenüber Weiß war dabei offensichtlich.

Der früher festgestellte geringe Einflug in Gelbschalen bei weißer Umgebung läßt sich jetzt leicht erklären. Da die Tiere kaum niedrig über eine weiße Fläche fliegen, so gelangen sie gar nicht in den Bereich des Gelbreizes der in der Mitte aufgestellten Schale. Die Gelbreaktion selbst braucht also durch das Weiß nicht unmittelbar beeinflußt zu werden.

Besonders erwähnenswert an dem Verhalten ist, daß die Tiere sich während des Befallsflugs in einer Stimmung befinden, in der sie gegenüber einem weißen Lichtreiz negativ phototaktisch reagieren, einen gelben oder grünen Reiz jedoch positiv beantworten.

Daß der Weißreaktion eine biologische Bedeutung zukommt, erscheint zunächst unwahrscheinlich, da in der natürlichen Flur weiße Flächen (vielleicht mit Ausnahme von Wasseroberflächen) nicht vorkommen. Die Reaktion ist aber so auffallend und eindeutig, daß sie zu einem Deutungsversuch geradezu herausfordert. Es wurde deshalb folgende Arbeitshypothese aufgestellt: wenn z. B. geflügelte Blattläuse zu ihrem Distanzflug starten, so sind sie in einer Flugstimmung, während der sie positiv phototaktisch reagieren und in die Höhe streben. Nach einiger Zeit muß eine Umstimmung einsetzen, die Tiere geraten in Befallsstimmung und fliegen tiefer, bis sie über dem Boden den Befallsflug ausführen. Es wäre nun denkbar, daß der Reiz, der das Tiefergehen richtet, die Helligkeit des Himmels (helle Wolken, blauer Himmel mit starkem UV-Anteil) ist, die Tiere also von dem weißen oder UV-haltigen Lichtreiz sich abwenden und deshalb zum Erdboden gelangen. Die oben beschriebene Weißreaktion wäre demnach unter natürlichen Bedingungen eine Reaktion auf den Reiz des Himmelslichtes, der das Tiefergehen oder das Verweilen in Bodennähe bewirkt. Unter den künstlichen Bedingungen des Versuchs, wenn eine weiße Fläche den Boden bedeckt, löst der Weißreiz die gleiche Reaktion,

nämlich ein sich Abwenden, aus, was zu dem nachgewiesenen Vermeiden der weißen Fläche führt. Es bleibt die Aufgabe weiterer Untersuchungen zu klären, ob diese Hypothese das Richtige trifft.

Ähnlich wie bei Aphiden mag die Weißreaktion auch bei anderen Insektenarten und -gruppen zu deuten sein. — Ob das teils gleich-, teils gegensinnige Verhalten bei anderer künstlicher Bodenbedeckung (schwarze, blaue Tücher) in gleichem Zusammenhang steht, bedarf noch der Prüfung.

In Sonderfällen mag der Weißreaktion eine spezielle ökologische Bedeutung zukommen: so fand Roer (mündlich) Kohlweißlingspuppen an weiß gekalkten Hauswänden viel schwächer durch *Pteromalus puparum* L. parasitiert als solche am benachbarten Schilfdach. Möglicherweise wurden die Schlupfwespen durch den weißen Lichtreiz vom Zuflug abgehalten.

Im einzelnen lassen sich die Fangergebnisse, die ja in Abhängigkeit von der Fangmethode (Gelbschale, Saugfalle) und der Umgebung (Erdboden, weißes Tuch) je nach der Insektenart bzw. der Artengruppe verschieden sind, folgendermaßen deuten: Wenn die Fänge in der Saugfalle (weiß) absolut und prozentual (d. h. im Verhältnis zur Erdbodenumgebung) durchweg höher sind als die Fänge in der Gelbschale (weiß), so mag das z. T. auf einen äußeren Einfluß, nämlich auf Wind, zurückzuführen sein, durch den manche Tiere über die weiße Fläche hingeweht werden. Solche Tiere werden von der Saugfalle erfaßt, jedoch nicht von der Gelbschale, da sie bei Wind nicht aktiv landen können. Im übrigen wird aber ein spezifisches Verhalten der Tiere, und zwar insbesondere die spezifische Reaktion auf Lichtreize, das Ausmaß der Fänge bestimmen. Die Reaktion kann artspezifisch sein, hängt aber auch von der jeweiligen Stimmung der Tiere ab. Beide Reaktionen, sowohl die positive auf Gelb wie die negative gegenüber Weiß, können besonders stark oder schwach sein oder ganz fehlen, sie können einzeln vorkommen oder beide zusammen auftreten.

Unter den „übrigen Aphiden" mit ihrem verhältnismäßig hohen Prozentsatz bei Saugfallen (weiß) gibt es vermutlich Arten, die nicht auf Weiß reagieren. Möglicherweise reagieren solche Arten beim Befalls- und Landeflug überhaupt nicht auf Lichtreize, also auch nicht auf Gelb, was den im Vergleich zu Gelbschalen hohen Saugfallenfang (Erdboden) erklären würde. Man könnte daran denken, daß es sich hier um Geruchsspezialisten unter den Aphiden handelt. Daneben gibt es allerdings auch Arten, die in Gelbschalen deshalb kaum gefangen werden, weil für sie ein reines Gelb nicht den optimalen Landereiz darstellt, vielmehr ein weißliches Gelb mit starker UV-Remission (Moericke 1955). Diese Arten (*Hyalopterus pruni* Geoffr. und *H. amygdali* Blanch.) zeigen durchaus auch die Weißreaktion.

Myzodes persicae erweist sich als eine Art, die sich im Gegensatz zu allen anderen Insekten häufiger in der Gelbschale (Erdboden) als in der Saugfalle (Erdboden) fing. Dies ist auffallend, zumal man damit rechnen muß, daß nicht alle über den Boden fliegenden Tiere auf Gelb landen, wohl aber von der Saugfalle erfaßt werden. Man muß daraus folgern, daß *Myzodes persicae* besonders stark und schon in einiger Entfernung bzw. Höhe auf Gelb reagiert, so daß der Einzugsbereich der Gelbschale bei dieser Art größer ist als der der Saugfalle. *Myzodes persicae* reagiert auch besonders stark auf Weiß (Gelbschale in Weiß: 0). Die wenigen Individuen, die in der Saugfalle (weiß) gefangen wurden, waren vielleicht nicht landegestimmt (und somit auch nicht auf Gelb reagierend), so daß hier ebenfalls die Gelb- und die Weißreaktion zusammen auftreten bzw. fehlen werden.

Aleurodes brassicae reagiert besonders stark auf Weiß (und zwar dann, wenn das Weiß UV remittiert, Moericke 1955). Fühere Versuche zeigten, daß diese Art auch stark auf schwarze Umgebung anspricht, aber in entgegengesetztem Sinne, sie wird durch Schwarz zu verstärktem Landen in Gelb veranlaßt. Vielleicht stellt diese „Schwarzreaktion" das Gegenstück zur „Weißreaktion" dar.

Die Dipteren als ganzes zeichnen sich durch schwache Gelb-, aber starke Weißreaktion aus. Bei den in Gelbschalen einfliegenden Tieren (13%) handelt es sich vermutlich um blüten- oder um wirtspflanzensuchende Arten bzw. um Individuen in entsprechender Stimmung. Der größere Teil der Dipteren reagiert nicht auf Gelb, wohl aber auf Weiß (81% wurden von Weiß abgeschreckt). Hier ist also vielfach kein Zusammentreffen von Gelb- und Weißreaktion festzustellen.

Zusammenfassung.

Saugfallen mit Mündung in Bodenhöhe, die von einer weißen Fläche umgeben sind, fangen viel weniger Insekten (4–24%) als Saugfallen mit Erdbodenumgebung; viele Insekten überfliegen also weiße (und UV remittierende) Flächen in Bodennähe nicht, sondern wenden sich von diesen (seitlich oder nach oben) ab. Dies ließ sich auch unmittelbar beobachten. Die positive Gelb- und die negative Weißreaktion kommt bei manchen Arten bzw. Individuen nebeneinander vor; unter den Dipteren gibt es jedoch viele, die nicht auf Gelb, wohl aber auf Weiß reagieren.

Literatur.

Johnson, C. G.: A suction trap for small airborne insects which automatically segregates the catch into successive hourly samples. — Ann. appl. Biol. **37.** 80–91, 1950.

Moericke, V.: Neue Untersuchungen über das Farbsehen der Homopteren. Im Druck. 1955.

Aus der Biologie der Raubmilbe *Typhlodromus cucumeris* Oud. (Acar., *Phytoseiidae*)[1]

Von Gudo Dosse.

Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim, Direktor: Prof. Dr. B. Rademacher.

Die Raubmilben aus der Familie *Phytoseiidae* bilden einen wesentlichen Bestandteil der Spinnmilbenbiozönose. Eine von ihnen ist *Typhlodromus cucumeris* Oud., die auf Apfel gefunden wurde.

Sie überwintert wie andere *T.*-Arten als befruchtetes Weibchen und zwar unter Borkeschuppen, in Ritzen und Spalten des Baumstammes sowie in Moosen und Flechten. Hier halten sie sich einzeln verborgen oder sitzen inmitten von Lagern überwinternder Tetranychiden. Daß die Weibchen befruchtet sein müssen, läßt sich daraus schließen, daß in den Winterlagern keine Männchen gesichtet wurden, im Frühjahr aber die Eiablage ohne Kopula beginnt. Und da die Weibchen, wie später ausgeführt wird, unbefruchtet keine Eier ablegen können, muß die Befruchtung im Herbst stattgefunden haben.

Typhlodromus cucumeris gehört zu den größten *T.*-Arten. Nach je 25 Messungen ist das Rückenschild des Weibchens im Durchschnitt 0,389 mm ± 0,002 lang und in der Höhe der 1. Seitenborste S 1 0,184 mm ± 0,003 breit. Für die Breitenmessungen wurde diese Stelle gewählt, da sie relativ wenig variiert und daher einen sicheren Maßstab ergibt. Das Männchen ist kleiner und mißt in der Länge 0,303 mm ± 0,003 und in der Breite 0,152 ± 0,007. Das Ei ist von weißer, glasiger Farbe und von länglich-ovaler Gestalt. Aus 50 Messungen ergab sich eine durchschnittliche Größe von 0,199 mm ± 0,002 × 0,148 mm ± 0,001. Die Oberfläche zeigt keine besondere Struktur. Kurz vor vollendeter Embryonalentwicklung scheinen die Gliedmaßen der Larve immer deutlicher durch die Eihaut hindurch. Das Ei läßt dadurch den Eindruck einer streifenförmigen Zeichnung gewinnen, deren Einzelteile an einem Pol zusammenlaufen. Die Eiablage findet auf der Unterseite des Blattes statt, und zwar klebt die Milbe ihre Eier einzeln an ein Blatthaar.

[1]) Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, der an dieser Stelle herzlichst dafür gedankt sei.

Die Larve ist nach dem Schlüpfen aus dem Ei schneeweiß. Sie ist meist wenig lebhaft und bewegt sich nicht weit von der Eihülle fort. Sie nimmt keinerlei Nahrung auf. Nach ihrer Umwandlung zur 1. Nymphe dagegen sind die Tiere äußerst agil. Nach der ersten Nahrungsaufnahme sieht man den gefüllten Darm rot bis rotbraun durch die Haut durchschimmern. Später verfärben sich die Nymphen, der ganze Körper einschließlich der Gliedmaßen und Pedipalpen nimmt eine goldbraune Tönung an, die auch bei den erwachsenen Tieren bleibt. Die Farbe richtet sich nach den Nahrungstieren.

Auffällig bei der Umwandlung von einem Entwicklungsstadium zum andern ist die kurze Dauer der Ruhe. Im Gegensatz zu andern Milben kann man bei dieser Art eigentlich kaum von „Ruhestadium" sprechen. Das Tier liegt mit gespreizten Beinen zwar still da, die Pedipalpen sind parallel ausgestreckt und vom Untergrund abgehoben, aber es läuft bei der geringsten Erschütterung, auch bei der Berührung durch eines seiner Nahrungstiere weiter, um sich plötzlich in wenigen Minuten zu häuten. Dabei löst sich der hintere Teil des Rückenschildes rundum ab, die Milbe zieht sich rückwärts aus der Hülle, die in sich zusammenfällt. Die zurückbleibende, silbrig schimmernde Exuvie bildet in sich ein Ganzes und liegt mit seitwärts ausgestreckten Beinen wie ein Ornament da.

Im Herbst 1954 ins Laboratorium verbracht, überwinterte *T. cucumeris* in einem Reihenthermostaten bei Temperaturen von 12–13° C. Im Januar 1955 begannen die systematischen Zuchtversuche, und zwar in kleinen Glaskammern, ähnlich den „Huffaker-Zellen", über die an anderer Stelle ausführlich berichtet wird. Als Unterlage diente statt eines frischen Blattes schwarzes Papier, weil die Exuvien auf dem schwarzen Untergrund plastisch hervortreten und somit leicht anzusprechen sind. Außerdem konnte dadurch die Frage geklärt werden, ob sich diese *T.*-Art ausschließlich mit tierischer Nahrung großziehen läßt.

Die Aufzucht im Laboratorium sollte über folgende Fragestellungen Aufschluß geben:

1. Wieviel Stadien muß die Art durchmachen, und welche Zeit benötigt sie zu ihrer Entwicklung unter verschiedenen Temperaturbedingungen?
2. Wie groß ist die Vermehrungsrate der Raubmilbe?
3. Welches sind die Nahrungstiere, die ihre Entwicklung ermöglichen?
4. Wie hoch ist die Nahrungsmenge der einzelnen Stadien pro Tag?

Zu Beginn der Versuche stand die Gewächshausspinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch forma *dianthica* Dosse als Nahrungstier zur Verfügung. Daher wurde zunächst ausschließlich mit dieser Art gearbeitet. Alle Stadien, einschließlich der Eier wurden als Futter gereicht, und zwar in solchen Mengen, daß das Angebot das Nahrungsbedürfnis überstieg. Die Fütterung erfolgte einmal täglich, die Kontrollen dagegen dreimal.

Beide Geschlechter von *T. cucumeris* machen die gleiche Anzahl von Entwicklungsstadien durch, auf das Larvenstadium folgen 2 Nymphenstadien, ehe die Imago schlüpft. Auch für die Männchen konnten einwandfrei 3 Häutungen festgestellt werden, neben der Larvenhaut fanden sich stets auch bei ihnen 2 Exuvien bis zur vollendeten Entwicklung.

Der Entwicklungsablauf der Raubmilbe wurde in drei verschiedenen Temperaturstufen geprüft, und zwar bei 25–26, bei 20–21 und bei 15–16° C. Die Temperaturschwankungen waren gering und konnten auf 1° beschränkt werden. Die Käfige lagen in 3 Kammern eines Reihenthermostaten, bei denen die relative Luftfeuchtigkeit einheitlich auf 85–90% gehalten wurde. Bei der Temperaturstufe von 25–26° C benötigte *T. cucumeris* zu ihrer Entwicklung von der Ablage des Eies bis zum Erscheinen der Imago im Durchschnitt 6,7 Tage.

Die Extremwerte betrugen 5,5 und 8 Tage. Dieses Ergebnis wurde aus 50 aufgezogenen Tieren gewonnen. Ein Unterschied in der Entwicklung von Männchen und Weibchen lag nicht vor.

Auf das Embryonalstadium entfielen durchschnittlich 2,2 Tage. Dieser Zeitraum war bei den verschiedenen Individuen ziemlich einheitlich, die schnellste Embryonalentwicklung erfolgte in 1½, die langsamste in 3 Tagen. Die Umwandlung von der Larve zur 1. Nymphe kann schon in einem halben Tage vonstatten gehen, längstens brauchte sie 1½, und dies war nur ein einziges Mal der Fall. Der Durchschnitt lag bei 0,9 Tagen. Bei Schwankungen von 1½–3½ Tagen beträgt das 1. Nymphenstadium 2,1 Tage, nach weiteren 1,5 Tagen des 2. Nymphenstadiums schlüpft die Imago.

Beim Halten der Tiere im konstanten Temperaturbereich von 20–21° C wird die Entwicklung fast um das Doppelte verlängert. Die Ergebnisse der 50 Zuchtversuche sind aus Tabelle 1 zu ersehen. Die Schwankungen bei den einzelnen Individuen sind weit größer und liegen in der Gesamtentwicklung zwischen 9 und 15 Tagen.

Tabelle 1. Entwicklungszeit von *T. cucumeris* in Tagen bei verschiedenen Temperaturen (Durchschnittswerte)

Temperatur	Eizeit	Larve	1. Nymphe	2. Nymphe	Gesamtdauer der Entwicklung
25–26° C	2,2	0,9	2,1	1,5	6,7
20–21° C	3,8	1,5	2,9	2,3	10,5
15–16° C	7,75	2,5	8	5,25	23,5
Wechsel von 25–26 °C u. 15–16° C	3,7	1,6	3,6	3,2	12,1

Interessant gestalteten sich die Versuche bei den Temperaturen von 15 bis 16° C, denen die Milben dauernd ausgesetzt waren. Die Alttiere konnten diese Temperaturen gut vertragen, ihre Gesamtlebensdauer wurde dadurch nicht herabgesetzt. Sie waren aber weniger aktiv, brauchten weniger Nahrung und legten weniger Eier ab.

Diese können sich aber anscheinend bei den relativ geringen Wärmegraden nicht entwickeln, 50% von ihnen gingen in den Versuchen zu Grunde. Eine ganze Woche lang behielten sie ihr normales Aussehen, so daß zu glauben war, das Schlüpfen der Larve verzögere sich nur. Nach dieser Zeit verfärbten sich die Eier gelblich, begannen zu schrumpfen und nach 14 Tagen platzten sie auf. Wo die Embryonalentwicklung in Gang kam, benötigte die Larve bis zum Schlüpfen einen Zeitraum von durchschnittlich 7,75 Tagen.

Die Larven sind außerordentlich empfindlich. Während sie sich bei warmen Temperaturen kurzfristig umwandelten, stellte sich hier ebenfalls eine Verzögerung ein, die bis zu 4 Tagen betrug und durchschnittlich 2,5 Tage in Anspruch nahm. Diese lange Larvenzeit bedeutet für die Entwicklung des Tieres eine Gefahr. Da die Larven keinerlei Nahrung zu sich nehmen, besteht die Möglichkeit des Verbrauches der vom Ei her mitgebrachten Reservestoffe. So läßt es sich vielleicht erklären, daß in den Käfigen ein Teil der Larven abstarb. Haben sie dagegen das 1. Nymphenstadium erreichen können, ist ihre weitere Entwicklung gesichert. In durchschnittlich 8 Tagen hatten die Versuchstiere das 1. Nymphenstadium durchlaufen und nach weiteren 5,25 waren sie voll

entwickelt, so daß sie bei dieser Temperaturstufe 23,5 Tage für ihre Gesamtentwicklung beanspruchten.

Während die Versuche in dem hohen Temperaturbereich für die Milben ideale Verhältnisse darstellen, die bei uns im Freiland niemals erreicht werden, lassen die Versuche in dem tiefen Temperaturbereich von 15–16° C Schlüsse auf den Lebensablauf der Milben zu. Bei diesen Temperaturen geht der Aufbau einer Population nur sehr zögernd vor sich. Und da wir im Frühjahr nach dem Erscheinen der Milbe aus dem Winterlager durch die geringen Nachttemperaturen noch weit ungünstigere Verhältnisse vor uns haben, ist es erklärlich, daß man zu Beginn der Vegetationsperiode Vertreter der Art nur ganz vereinzelt auf den Blättern der Apfelbäume antrifft. Erst im Spätsommer ist die Population so angestiegen, daß größere Individuenzahlen zu verzeichnen sind.

Um den Temperaturbedingungen während der Populationsspitze näher zu kommen, wurde eine Versuchsserie derart angelegt, daß die Käfige tagsüber (10 Stunden) einer Temperatur von 25–26° C und nach einem Übergang von 1 Stunde nachts einer solchen von 15–16° C ausgesetzt wurden. In dieser Versuchsserie ergab sich eine Gesamtentwicklungszeit von 12,1 Tagen im Durchschnitt, also ähnlich, wie wir sie bei der Temperatur von 20–21° errechnet hatten (Tab. 1).

Kurz nach der Umwandlung zur Imago erfolgt die Kopulation. Diese ist unbedingt notwendig, unbefruchtete Weibchen legen keine Eier ab. Eine einmalige Kopulation bewirkt auch nicht die höchstmögliche Eiablegezahl, ein Weibchen muß im Laufe seines Lebens mehrmals befruchtet werden. Die Männchen sind in der Lage, des öfteren zu kopulieren, in den Versuchen wurde diese Tatsache bis zu 10 Malen beobachtet. Dabei können sie sowohl das gleiche Weibchen wählen, kopulieren aber auch mit anderen. Ungefähr 2–3 Tage nach der Kopula beginnt die Eiablage. In dem höchsten Temperaturbereich der genannten Versuche betrug die durchschnittliche Eizahl eines Weibchens 36, die größte Zahl der abgelegten Eier 54. Diese Zahlen wurden nur bei reichlichem Nahrungsangebot erreicht. Täglich wurden im Durchschnitt 1,4 Eier abgelegt. Stockte die Eiablage, wurde mehrmals ein Männchen zu dem Weibchen zugesetzt, und dieses setzte nach erneuter Kopula seine Legetätigkeit fort. Bald nach der Ablage des letztgelegten Eies stirbt das Weibchen ab, seine Gesamtlebensdauer betrug in den Versuchen 6 Wochen und mehr. Die unbefruchteten Weibchen dagegen lebten im Höchstfalle 14 Tage, meist starben sie nach 10 Tagen ab.

Bei den tieferen Temperaturen (15–16° C) legten die Weibchen bei gleicher Lebensdauer und gleich großem Nahrungsangebot weit weniger Eier ab, hier konnten im Höchstfalle 22 für 1 Weibchen gezählt werden; die durchschnittlich abgelegte Eizahl betrug pro Tag 0,45.

Nicht nur die Temperatur, sondern auch die Menge der Futtertiere wirkt sich auf die Vermehrungsquote aus. Wurden die Tiere nur sporadisch gefüttert und längere Hungerperioden eingeschaltet, so ging die Zahl der abgelegten Eier rapid zurück. Bei einmaliger Fütterung in der Woche kam es zu insgesamt 4 Eiablagen im Laufe eines Monats.

Bisher liegt nur eine einzige Arbeit über die Biologie einer *Typhlodromus*-Art vor, und zwar für *T. fallacis*. Ballard fütterte seine Versuchstiere mit Männchen von *Tetranychus bimaculatus* Harvey (= *T. urticae* Koch), die weniger Gespinste anlegen als die Weibchen, da nach seinen Beobachtungen die jüngeren Stadien sich in den Spinnfäden verhedderten und eingingen. In den Hohenheimer Versuchen wurden bewußt alle Stadien der *Tetranychus urticae* forma

dianthica als Nahrungstiere angeboten und die Käfige alle 2 Tage von den Gespinsten gereinigt. Wie die Ergebnisse zeigen, gelang die Aufzucht auf diese Weise. Bot man den Tieren nur Eier an, so nahmen sie auch diese und entwickelten sich dabei vollkommen normal. Die Eier wurden fast gänzlich ausgesaugt.

Mit Auftreten von *Metatetranychus ulmi* Koch wurde *Typhlodromus cucumeris* auch mit dieser Art aufgezogen. Hierbei zeigte sich die erstaunliche Tatsache, daß *M. ulmi* in den Versuchskäfigen eine Spinntätigkeit entwickelte, die der von *T. urticae* nicht nur gleichkam, sondern sie sogar überstieg. Dies könnte vielleicht in dem Fehlen der Blatthaare seine Erklärung finden. Daß die beweglichen Stadien von *M. ulmi* dadurch behindert wurden, ließ sich an ihrer schweren Beweglichkeit innerhalb der Gespinste erkennen. Der ganze Entwicklungsrhythmus vom Ei bis zum fertigen Tier nahm bei *T. cucumeris* bei *M. ulmi*-Futter den gleichen Zeitraum in Anspruch wie bei *T. urticae* als Nahrungstier. Ebenso gut gelang die Aufzucht mit *Bryobia praetiosa* Koch und *Czenspinskia lordi* Nesbitt, und auch hier zeigte sich kein Unterschied in der Entwicklungsdauer. Während von *Cz. lordi* ihnen meist Alttiere vorgesetzt wurden und sie diese mit Vorliebe aussaugten, nahmen sie von *Br. praetiosa* nur die Larven, Nymphen und Ruhestadien an, ließen aber die Alttiere unberührt. Auch die Eier ließen sie liegen, bis zu dem Zeitpunkt, wo die *Br.*-Larve vor dem Schlüpfen stand. Es scheint, als ob die Raubmilbe jetzt an dem sich lösenden Eideckel eine geeignete Einstichstelle findet. Dieselbe Beobachtung konnte für die Eier von *M. ulmi* gemacht werden.

Brevipalpus oudemansi Geijskes und *Brachytydeus* spec. wurden von *Typhlodromus cucumeris* nicht angegangen. Alle Versuchstiere starben lieber Hungers, als dieses Futter anzunehmen. Bei einem Mischfutter, bestehend aus *M. ulmi*, *T. urticae* forma *dianthica*, *Cz. lordi* und *Brachytydeus* spec. blieben die Exemplare der letztgenannten Art stets übrig.

Die Menge der aufgenommenen Nahrung war bei den Fütterungsversuchen sehr unterschiedlich, nicht nur bei den einzelnen Entwicklungsstadien, sondern auch bei den einzelnen Individuen des gleichen Stadiums. Die Larve nimmt überhaupt keine Nahrung zu sich, erst die Protonymphe begibt sich sofort nach dem Schlüpfen auf die Suche nach Futter. Besonders gern werden Ruhestadien genommen. Bei Angebot von Eiern, Ruhestadien und Nymphen von *Tetranychus urticae* forma *dianthica* ließ sich pro Tag ein durchschnittlicher Verbrauch von 3,7 Eiern und 12,5 Milben feststellen. Nach experimentellen Untersuchungen ergab sich als Verbrauch eines Individuums bis zur Imago im Durchschnitt 25 Eier und 58,5 Milben.

Bei ausschließlicher Einahrung saugte eine Nymphe pro Tag ungefähr 30 Eier aus und entwickelte sich dabei vollkommen normal. Interessant ist die Futtermenge der unbefruchteten Weibchen. Reichte man ihnen nur Eier von *T. urticae* forma *dianthica*, so nahmen sie in den ersten Tagen ihres Imaginalstadiums etwa 25 Stück pro Tag. Diese Menge verringerte sich vom 4.–8. Tage auf etwa 15 Stück pro Tag, um dann bis auf 6 abzusinken. Bei Darreichen von Eiern und Milben nahmen sie nur einige wenige Eier und saugten Ruhestadien oder Nymphen aus. Im Verhältnis zu den eierlegenden Muttertieren war ihr Nahrungsbedürfnis aber insgesamt nur etwa halb so groß.

Nach Abschluß der biologischen Untersuchungen weiterer *Typhlodromus*-Arten wird im Zusammenhang mit den Freilandbeobachtungen der Einfluß der räuberischen Milben auf die schädlichen Spinnmilbenarten an anderer Stelle behandelt werden.

Zusammenfassung.

Im Laboratorium dauerte die Gesamtentwicklung von *Typhlodromus cucumeris* bei konstanten Temperaturen von 25–26° C durchschnittlich 6,7 Tage, bei 15–16° C verlängerte sie sich auf 23,5 Tage. Beide Geschlechter durchlaufen die gleiche Anzahl von Stadien. Im Durchschnitt legte ein Weibchen bei den hohen Temperaturen 36 Eier, bei einer Tageseiablage von 1,4. Die Dauertemperaturen von 15–16° wirkten sich negativ auf die Fortpflanzung der Tiere aus, sie legten erheblich weniger Eier ab, und nur ein geringer Teil derselben erreichte das Imaginalstadium. Unbefruchtete Weibchen legen keine Eier ab. Die Gesamtlebensdauer der befruchteten Weibchen betrug in den Versuchen 6 Wochen und mehr, unbefruchtete Weibchen lebten im Höchstfalle 14 Tage. Die Larve nimmt keinerlei Nahrung auf. Zur Aufzucht dienten *Tetranychus urticae* Koch forma *dianthica* Dosse, *Metatetranychus ulmi* Koch und *Czenspinskia lordi* Nesbitt als Futtertiere, auch *Bryobia pratiosa* Koch wird angenommen, *Brevipalpus oudemansi* Geijskes und *Brachytydeus* spec. dagegen nicht. Die Nahrungsmenge eines Versuchstieres bis zur vollendeten Entwicklung betrug im Durchschnitt 25 Eier und 58,5 Milben.

Literatur.

Baker, E. W. and Wharton, G. W.: An Introduction to Acarology. — New York, 87–90, 1952.

Ballard, R. C.: A modification of the Huffaker cage for confining mites or small insects.-Journ. econ. Ent. **46**, 1099, 1953.

— — The biology of the predacious mite *Typhlodromus fallacis* (Garman) (Phytoseiidae) at 78° F. — Ohio Journ. Sci. **54**, 175–179, 1954.

Fleschner, C. A. and Ricker, D. W.: Typhlodromid mites on Citrus and Avocado trees in Southern California. — Journ. econ. Ent. **47**, 356–357, 1954.

Nesbitt, H. H. J.: A taxonomic study of the *Phytoseiinae* (Family *Laelaptidae*) predacious upon *Tetranychidae* of economic importance. — Zool. Verhandl. Rijksmuseum Nat. Hist. Leiden. 64 pp., 1952.

Zur Frage der *Bruchus*-Resistenz von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.)[1]

Vorläufige Mitteilung.

Von H. J. Müller.

Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften.

Mit 1 Abbildung.

Dem praktischen Anbauer ist es seit langem bekannt, daß die frühblühenden und insbesondere frühreifenden, großsamigen Ackerbohnensorten stärker vom Ackerbohnensamenkäfer, *Bruchus rufimanus* Boh., befallen werden als die später reifenden, kleinsamigen. Crebert (1931, 1932) hat das in gründlichen Untersuchungen genauer nachgewiesen. In sechsjährigen Befallsprüfungen an 13 Sorten zeigten vier frühe Sorten im Mittel 53,0%, fünf mittelfrühe 29,9% und vier späte 20,0% Befall. Über die Ursachen dieser auf eine Scheinresistenz der spätreifenden Sorten hinweisenden Erscheinung wissen wir aber so gut wie nichts, da über die Biologie, insbesondere den Massenwechsel und das Verhalten der weiblichen Käfer bei der Eiablage (Wirtswahl?) nur

[1]) Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 27.

wenig bekannt ist. So schreibt Crebert (1931) ausdrücklich: „Für stärkeren Befall der frühen Sorten haben wir bisher keine Begründung. Wenn auch die frühen Sorten im Durchschnitt 6–8 Tage früher blühen, so fällt doch die durchschnittliche Blütedauer von rund 4 Wochen, der Hauptteil der Blüte der frühen und späten Sorten zeitlich zusammen". Die zunächst naheliegende Annahme, daß bei den späterblühenden Sorten die jungen Hülsen den für die Eiablage geeigneten Zustand erst zu einem Zeitpunkt erreichen, wenn die Masse der trächtigen Weibchen bereits abgestorben ist, kann also kaum ernstlich als Ursache einer scheinbaren Resistenz in Frage kommen.

Im Verlaufe resistenzphysiologischer Untersuchungen über die verschieden starke Anfälligkeit der Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen gegenüber der Schwarzen Bohnenlaus (*Doralis fabae* Scop.) drängte sich auch die Frage der *Bruchus*-Resistenz dieser beiden Sorten auf, als wir beim Auslesen des Saatgutes wiederholt feststellten, daß die von der Schwarzen Bohnenlaus weniger befallene Rastatter beim Anbau unter identischen Bedingungen auch regelmäßig erheblich weniger von *Bruchus rufimanus* befallen ist. So erwiesen sich z. B. von der Ernte zweier — 1951 im Abstand von etwa 150 m auf dem Zuchtfeld Moorberg des Instituts für Pflanzenzüchtung Quedlinburg aufgezogener — Bestände von Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen nur 9,2% aller Rastatter Samenkörner als befallen, während die Körner der Schlanstedter im Mittel (je 6000 Korn geprüft) zu 36,3% verkäfert waren.

Da die Rastatter Ackerbohne bei gleicher Aussaat und Pflege nach unseren Erfahrungen unter den Quedlinburger Anbauverhältnissen im Durchschnitt 8–10–14 Tage später blüht und 2–3 Wochen später ausreift als die Schlanstedter, lag es nahe, zu untersuchen, ob nicht doch ein Mangel an Koinzidenz zwischen Hülsenentwicklung und Erscheinungszeit der Käfer für die Befallsunterschiede verantwortlich sei. In den folgenden Jahren wurden deshalb wiederholt Kontrollreihen von je 20 Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen (Abstand 70 × 70 cm) so angelegt, daß sie möglichst gleichzeitig blühten und also auch die Hülsenentwicklung etwa parallel verlief. Dies wurde durch gestaffelte Aussaaten (z. B. 1952 Rastatter am 17. bzw. 28. 4., Schlanstedter am 28. 4. bzw. 8. 5.) annähernd erreicht. Von Beginn der Blüte (etwa Mitte Juni) bis zur beginnenden Fruchtreife (Mitte Juli) wurden täglich alle Pflanzen sorgfältig nach Käfern abgesucht. Dabei wurden jedoch wider Erwarten verschwindend wenig: insgesamt auf beiden Sorten in etwa 5 Wochen nur je 20 Käfer erbeutet (auf der frühen Aussaat insgesamt 11 Käfer auf Rastatter, 14 auf Schlanstedter, auf der späten 9 bzw. 6). Dieser unerwartet geringe Besuch hat offensichtlich verschiedene Gründe. Einmal lassen sich bei der täglich relativ kurzfristigen Kontrolle nicht alle Käfer erfassen, weil diese außerordentlich agil und offenbar nicht immer auf der Wirtspflanze anwesend sind, und zweitens, weil der Befall relativ weiträumig und nicht im Bestand stehender Pflanzen offenbar aus mikroklimatischen Gründen überhaupt sehr viel geringer ist als in geschlossenen Beständen. Dies zeigt nicht nur der später ermittelte, im Vergleich mit geschlossenen Beständen geringe Brutbesatz (s. u.), sondern auch die Tatsache, daß eingezwingerte Käfer sehr rasch (schon nach 1–2 Tagen) abstarben, wenn ihnen nicht (über Hygrostaten oder in wenig belüfteten Zuchtbehältnissen) eine hohe relative Luftfeuchtigkeit geboten wurde. Nur dann lebten sie oft viele Tage und belegten grüne Hülsen regelmäßig in großer Anzahl mit Eiern.

Gestatten also die minimalen Käferzahlen an den relativ frei stehenden Kontrollpflanzen keine Rückschlüsse auf eine etwaige Bevorzugung einer der beiden Sorten, weil der Besatz mit Käfern infolge der — gegenüber geschlossenen Beständen — offenbar zu geringen relativen Luftfeuchtigkeit zu schwach war, so weisen die Befallszahlen der von diesen Kontrollpflanzen (getrennt) geernteten Bohnen trotz der relativ niedrigen Werte einen bezeichnenden Unterschied auf, der in beiden Aufwüchsen annähernd gleich ist (s. Tabelle 1).

Trotz annähernd gleicher Fruchtansatzzeit ist der Befall der Körner bei der Schlanstedter (später) in beiden Aufwüchsen etwa doppelt so groß wie bei

Tabelle 1. Befall reifer Samen mit *Bruchus rufimanus* in Prozent der Gesamtkornernte von je 20 Rastatter und 20 Schlanstedter Ackerbohnenpflanzen, die annähernd gleichzeitig fruchteten.

	Rastatter	Schlanstedter
1. Aussaat am 17. bzw. 28. 4.	3,1%	6,6%
2. Aussaat am 28. 4. bzw. 8. 5.	3,8%	5,8%

der Rastatter. Daraus läßt sich zwar eine bestimmte Ursache für den unterschiedlichen Befall der beiden Ackerbohnensorten nicht ableiten, jedoch können zeitliche Unterschiede in der Entwicklung ihrer belegungsfähigen Hülsen als Grund der Erscheinung — zum mindesten in diesem Falle — nicht verantwortlich gemacht werden.

Wie bei allen kausalanalytischen Untersuchungen pflanzlicher Resistenz gegenüber tierischen Schädlingen und Parasiten muß nach Ausschluß einer Pseudoresistenz zunächst geprüft werden, ob die beobachteten Befallsdifferenzen auf Antibiosis- oder Präferenzerscheinungen beruhen (Painter 1951). So könnten im vorliegenden Falle die unterschiedlichen Befallszahlen u. a. einmal darauf beruhen, daß nach ursprünglich gleichmäßiger Belegung beider Sorten mit Eiern die Samenkäferlarven in den Rastatter Pflanzen in ihrer Entwicklung mehr oder weniger vollständig gehemmt bzw. in der Schlanstedter stärker gefördert würden (Antibiosis), zum anderen könnten sie aber auch dadurch entstehen, daß die Weibchen bei der Eiablage die Schlanstedter den Rastatter Hülsen vorzögen (Präferenz). Um diese Frage zu entscheiden, wurden 1953 an verschiedenen Stellen der Quedlinburger Feldflur aus gleichaltrigen, benachbart aufwachsenden Beständen von Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen je 20 bzw. 30 gleich große Pflanzen mit annähernd gleicher Hülsenanzahl entnommen und der Besatz mit Eiern von *Bruchus rufimanus* ausgezählt. Dabei wurden die Hülsen jeder Pflanze zunächst nach Zentimeter-Größen-Klassen sortiert, bevor ihr Eibesatz bestimmt wurde. Auf diese Weise ließ sich feststellen, ob die Entwicklung der Hülsen zum Zeitpunkt der Bonitierung auf den beiden Sorten gleichmäßig oder ungleichmäßig vorangeschritten war und in welchem Maße etwa bestimmte Hülsengrößen bevorzugt belegt würden. Bei der Bestimmung des Eibesatzes wurden auch bereits geschlüpfte Eier, bzw., wenn die leeren Eischalen z. T. bereits abgefallen waren, auch die Einbohrlöcher (unter Zuhilfenahme von Handlupen) ausgezählt.

Wie Tabelle 2 zeigt, war in allen so geprüften Vergleichsbeständen der Eibesatz auf den Schlanstedter Hülsen größer als auf den Rastattern. Er betrug — abgesehen von den wohl wegen zu geringer Zahlen nicht repräsentativen Werten aus dem Stumpfsburger Garten — das vier- bis siebenfache des Besatzes der Rastatter. Zur exakten Beantwortung der oben gestellten Frage

Tabelle 2. Anzahl der Eiablagen je Hülse auf Rastatter und Schlanstedter Ackerbohnen nach dem Abblühen der letzten Blüten.

	Datum	Rastatter	Schlanstedter	R-Befall in Prozent S-Befall
Oeringer Feld	6. 7.	0,24	0,95	25,3
Stumpfsburger Garten . .	8. 7.	0,047	0,065	72,5
Moorberg.	9. 7.	0,025	0,18	13,9
Oeringer Feld	21. 7.	0,24	1,59	15,1

können unter den geprüften Fällen jedoch nur die Bestände im Oeringer Feld dienen; denn nur bei ihnen war infolge zufällig günstiger Entwicklung die Anzahl der Hülsen in den verschiedenen Längenklassen annähernd gleich groß, so daß Differenzen im Eibesatz nicht auf einem unterschiedlichen Angebot

belegungsfähiger Hülsen beruhen können. Wie Abbildung 1 zeigt, standen den ablegenden Samenkäfer-Weibchen zwar am Anfang (6. 7.) etwas mehr größere Schlanstedter Hülsen zur Verfügung, doch wurde dieser Unterschied offenbar bald kompensiert; denn bei der zweiten Bonitierung, als nur noch ganz vereinzelte Weibchen gefunden wurden, war die Anzahl der Rastatter Hülsen in den einzelnen Klassen sogar etwas größer (Abb. 1, rechts). Der große Unterschied im Eibesatz der Hülsen der beiden Sorten muß also weitgehend auf einer Bevorzugung der Schlanstedter Bohnen durch die belegenden Weibchen beruhen. Das schließt natürlich nicht aus, daß neben diesem Wirtswahleffekt unter anderen Umständen auch das frühere Angebot geeigneter Hülsen auf der Schlanstedter und anderen frühen Sorten, also ein Pseudoresistenzeffekt, dabei ebenfalls eine Rolle spielt.

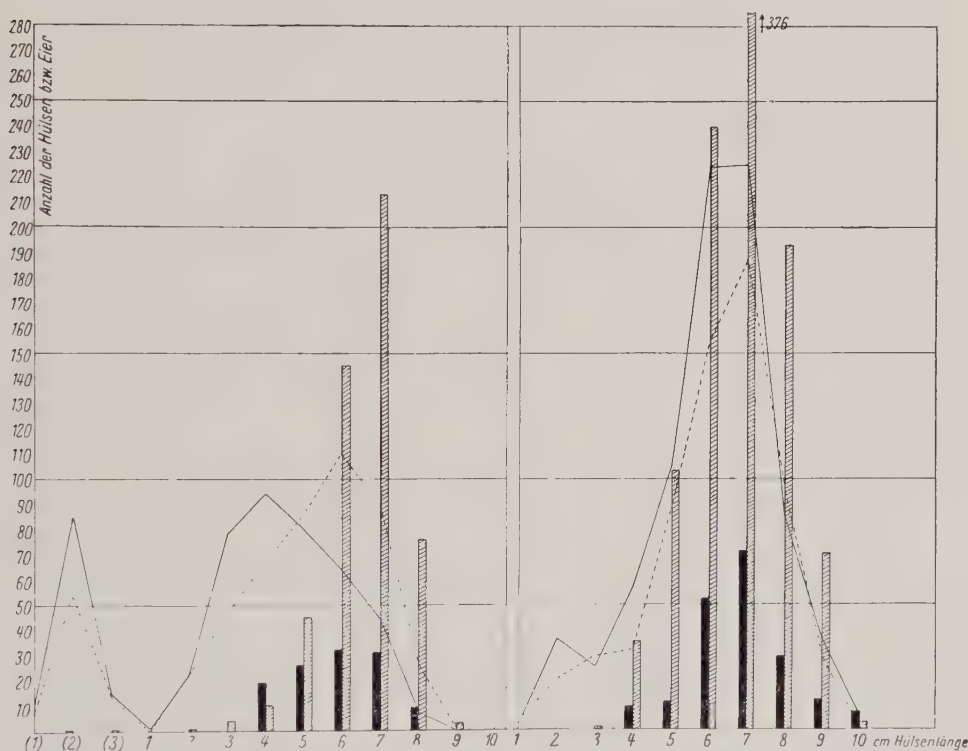


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung (Anzahl) der *Vicia faba*-Hülsen verschiedener Länge (Zentimeter-Klassen) von je 25 (erste Bonitur 6. 7., links Diagramm) bzw. 30 (zweite Bonitur 21. 7. 53, rechtes Diagramm) Rastatter (ausgezogene Kurve) und Schlanstedter (gestrichelte Kurve) Ackerbohnenpflanzen benachbarter Bestände sowie der auf ihnen gefundenen Eiablagen von *Bruchus rufimanus* (schwarze Säulen = auf Rastatter; schraffierte Säulen = auf Schlanstedter).

Schon Crebert stellte fest, daß zur Eiablage nur grüne Hülsen angenommen werden, die nicht mehr von den mehr oder weniger schwarzen vertrockneten Blütenblättern umhüllt sind; unsere Befunde bestätigen das (eingeklammerte Zentimeter-Werte). Aus dem Diagramm geht weiter hervor, daß offenbar die größeren Hülsen (5–7 cm) bevorzugt werden; denn die Eiablagen häufen sich auf den 6–8-cm-Hülsen (die ja seit der Eiablage noch gewachsen sind!); dies zeigt besonders deutlich die graphische Darstellung der Frühbonitur (Abb. 1, links), wo die Eizahl-Maxima

deutlich zu den noch nicht sehr zahlreichen älteren Hülsenklassen (nach rechts) verschoben sind; während sich später die Häufigkeit von Hülsen und Eiablagen in den Hülsenklassen weitgehend decken (s. Spätbonitur). Auf diese Weise könnten die Schlanstedter einen durch die Entwicklung zeitbedingten Vorsprung im Eibesatz erhalten haben. Da aber die Befallsdifferenz von der ersten Bonitur (R : S = 0,24 : 0,95 Eier je Hülse) zur zweiten (R : S = 0,24 : 1,59) anstatt dadurch zu fallen noch erheblich ansteigt, kann diese Annahme wohl nicht zutreffen.

Die *Bruchus*-Resistenz der Ackerbohnensorte „Rastatter" beruht demnach offenbar nicht auf einer durch Spätreife bedingten Scheinresistenz, sondern weitgehend auf einem Wirtswahlakt der Weibchen bei der Ablage der Eier. Welche Eigenschaften der Ackerbohnenhülsen oder welche anderen (etwa ökologischen) Umstände dabei als auslösende Faktoren dienen, wird zu prüfen sein. Bei der großen Lebhaftigkeit und Fluglust der Käfer dürfte die Auswahl geeigneter Wirtspflanzenbestände rein räumlich keine Schwierigkeit darstellen. Crebert schlägt als Resistenzzuchtziel Sorten mit starker Hülsenbehaarung vor, weil diese die Eiablagen behindere bzw. das Vertrocknen abgelegter Eier bewirke. Doch ist das bisher wohl experimentell nicht geprüft worden.

Literatur.

Crebert, H.: Der Befall der Ackerbohnen durch den Bohnenkäfer (*Bruchus rufimanus*) und dessen Abhängigkeit von Jahreswitterung und Sorteneigenschaft. — Fortschr. Landw. **6**, 429–433, 1931.

— — Beobachtungen über den Befall der Pferdebohnen mit Bohnenkäfer. — Fortschr. Landw. **7**, 487–490, 1932.

Painter, R. H.: Insect resistance in crop plants. — New York 1951, pp. 520.

Die Hausbockbekämpfung als Gewerbe

Von A. Körting.

Aus dem Institut für forstliche Mykologie und Holzschutz, Hann. Münden, der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

Unter den tierischen Schädlingen verbauten Nadelholzes spielt in unseren Breiten der Hausbockkäfer (*Hylotrupes bajulus* L.) die weitaus größte Rolle. Umfangreiche Erhebungen über seine Verbreitung und sein Schadauftreten wurden vor knapp 2 Jahrzehnten im gesamten damaligen Reichsgebiet durchgeführt; sie ergaben, daß damals von etwa 133000 untersuchten Gebäuden im Mittel mehr als 40% und örtlich bis über 80% befallen waren. Weiterhin errechnete man, daß bei insgesamt mehr als 33000 Bauwerken im ehemaligen Deutschland eine Gefährdung der Tragfähigkeit von 40% bis 100% aller Konstruktionsteile der Dachstühle bestand (6). Andere, jedoch lokal begrenzte Untersuchungen erbrachten kurze Zeit später noch höhere Befallsziffern (1, 9).

Während des Krieges und zum mindesten in den ersten darauf folgenden Jahren unterblieb die energische Durchführung von Gegenmaßnahmen. Es kann daher bei den Besonderheiten der Biologie des Käfers nicht überraschen, daß sein Schadauftreten gegenwärtig keineswegs schwächer ist als vor 20 Jahren. Vielmehr hat es wenigstens stellenweise offensichtlich noch zugenommen. Allerdings liegen aus den letzten Jahren keine systematisch durchgeführten Ermittlungen vor. Zahlreiche Berichte und Einzelmeldungen liefern aber ein eindeutiges Bild von der heutigen Lage (z. B. 3, 5). Nach Steiniger (8) bemühten sich bereits öffentliche Körperschaften, wie z. B. die Vereinigung Oldenburgischer Landkreise und der Niedersächsische Landkreistag um Hilfe gegen die drohende Hausbockgefahr, da der Befall in Nordwestdeutschland „in einer erschreckenden Weise von Jahr zu Jahr an Umfang gewinnt". Diese Feststellung kann auf Grund meiner eigenen, z. T. gemeinsam mit verschiedenen gewerblichen Holzschutzunternehmen von 1948–1952 durch-

geführten Untersuchungen für die Räume von Hamburg, Lübeck, Hannover und Bremen durchaus bestätigt werden. So wiesen in 14 Randgemeinden von Hamburg die Dachstühle von 45–85% der Gebäude Befall auf. Bei Hannover schwankte der Prozentsatz in 18 Gemeinden zwischen 60 und 90. In der Gegend von Bremen und Wesermünde zeigten von 850 untersuchten Gebäuden 460, d. h. = 54% Fraßtätigkeit. Dabei handelte es sich im einzelnen in der Mehrzahl der Fälle um solche Schadbilder, die eine alsbaldige Sanierung wünschenswert oder sogar dringend notwendig erscheinen lassen. Eine nicht kleine Anzahl von Dachstühlen mußte sogar völlig erneuert werden. — Bei diesen allgemeinen Angaben darf nicht vergessen werden, daß im Einzelfall die finanziellen Auswirkungen für den betroffenen Hausbesitzer recht empfindlich sind. Dafür sei nur ein Beispiel (Hamburg-Rahlstedt) angeführt: Im Dachstuhl eines vor Jahresfrist gekauften größeren Einfamilienhauses wird Hausbockbefall festgestellt. Die Sanierung kostet 900.— DM und die von einem Zimmermann durchgeführte Auswechselung einiger zerfressener Gebälkteile 1200.– DM. Da nach dem Befallsbild die Fraßtätigkeit mit Sicherheit bereits längere Zeit vor Ankauf des Hauses eingesetzt hatte, wurde der frühere Besitzer mit der Summe von 2100.— DM belastet. Darüber hinaus erkannte eine neutrale Kommission von Baufachleuten eine Wertminderung des sanierten Dachstuhles an, so daß der Verkäufer schließlich statt der vereinbarten Kaufsumme in Höhe von 45000.— nur 37000.— DM erhielt.

Die Bekämpfung des Hausbockes ist mithin nach wie vor ein ernstes Problem. Nicht zuletzt ist dieser Schädling schuld daran, daß im Bereich verschiedener Länder- und Kommunalbehörden die Durchführung von Holzschutzmaßnahmen auf Grund einschlägiger Vorschriften obligatorisch ist (4). Zum Teil richten sich die Verordnungen sogar unmittelbar gegen den Hausbock (z. B. Nordrhein-Westfalen, 4).

Was die technische Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen anbetrifft, so ist von dem damit Betrauten naturgemäß eine zuverlässige, dem derzeitigen Stand unserer Erkenntnisse entsprechende Arbeit zu verlangen. Seine Verantwortung ist um so größer, als die auf dem Spiel stehenden Werte sowohl allgemein volkswirtschaftlich als auch für den Einzelfall gesehen, beträchtlich sind, und der Auftraggeber die Maßnahmen vielfach nicht aus eigener Initiative, sondern auf Grund behördlicher Anordnung vornehmen läßt.

In diesem Zusammenhang taucht die Frage auf: Wer ist zur Durchführung der Hausbockbekämpfung und anderer Holzschutzmaßnahmen im Hochbau berufen? Und weiterhin: Welche neutrale Instanz ist in der Lage, durchgeführte Maßnahmen zu überprüfen? Man darf sagen, daß diese Fragen aus verschiedenen Gründen nachgerade zu einem Problem geworden sind. Es soll versucht werden, dieses kurz zu umreißen.

Das Problem liegt im wesentlichen darin, daß der Holzschutz ein sehr heterogenes Gebiet darstellt. Diese Tatsache und die sich daraus für die Holzschutzforschung ergebenden Schwierigkeiten hat bereits Zycha (10) letzthin aufgezeigt: die Biologie und die Chemie sind für unser Fachgebiet ebenso unentbehrlich wie die Holztechnologie und das Baufach. Sinngemäß das gleiche gilt für den praktischen Holzschutz, wie z. B. die Hausbockbekämpfung: Diese ist zwar einerseits eine Sparte der Schädlingsbekämpfung; sie greift aber andererseits häufig in den Arbeitsbereich des Zimmermannes recht aktiv ein. Es würde demgemäß auch in Anbetracht der wirtschaftlichen Bedeutung des Holzschutzes naheliegen, einen ausbildungsmäßig allen seinen Anforderungen gewachsenen Berufsstand zu schaffen (vgl. z. B. 2). Das ist bis heute allerdings noch nicht gelungen. Das Baugewerbe hat zwar lokal verschiedentlich einschlägige mehrtägige Schulungslehrgänge, insbesondere für Zimmerleute veranstaltet. Andererseits erhalten auch Schädlingsbekämpfer Unterricht über Holzschutz (s. z. B. 2). Im ganzen gesehen können diese Zwischenlösungen aber noch nicht befriedigen.

Trotzdem liegt die Durchführung der Holzschutzmaßnahmen im Hochbau gegenwärtig praktisch in den Händen von Zimmerer- bzw. Baufirmen sowie von Schädlingsbekämpfungsbetrieben; zu diesen kommt nicht zuletzt seit einigen Jahren eine weitere Gruppe von Unternehmen, die ursprünglich aus der Schädlingsbekämpfung hervorgegangen sind oder sich von vornherein auf Holzschutz spezialisiert haben und sich als ,,Holzschutzspezialbetriebe" bezeichnen. Umsatzmäßig dürften letztere sogar zum mindesten in Nordwestdeutschland hinsichtlich der Hausbockbekämpfung den ersten Platz einnehmen.

Bei dieser Sachlage fragt es sich, wem der unvoreingenommene Hausbesitzer im Bedarfsfall sein Vertrauen schenken und den Auftrag zur Hausbock- bzw. Holzschädlingsbekämpfung erteilen darf. Die Entscheidung wird ihm um so schwerer gemacht, als in der Praxis — teils aus sachlich nicht ganz ungerechtfertigten, teils aus geschäftlichen Gründen — der Spezialbetrieb sowohl dem Zimmermann als auch dem Schädlingsbekämpfer nicht selten die einschlägigen Kenntnisse abspricht. Der Zimmermann wiederum betrachtet den Holzschutz als sein Reservat. Der Schädlingsbekämpfer endlich argumentiert gegen den Zimmermann. Es kommt hinzu, daß die Erlaubnis zur Durchführung von Holzschutzmaßnahmen nicht generell von dem Nachweis der notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten abhängig gemacht wird. Zwar heißt es mit Recht in dem vorliegenden 5. Entwurf der DIN 68800 (Holzschutz im Hochbau), daß die Schutzbehandlung des Holzes eine gründliche Kenntnis und Erfahrung erfordert, und daß der Bauherr nur solche Personen und Unternehmen damit betrauen darf, ,,die diese Kenntnis nachweisen können". Eine derartige Nachweismöglichkeit allgemeinverbindlicher Art fehlt jedoch noch, und es ist zu wünschen, daß diese Lücke bald geschlossen wird.

Auch die Frage nach einer Prüfinstanz für durchgeführte Holzschutzmaßnahmen steht noch offen. Soweit es sich um die Untersuchung und Beratung bei aufgetretenen Schäden handelt, haben sich in jüngerer Zeit mit gutem Erfolg z. T. die Pflanzenschutzämter eingeschaltet, von denen einige sogar Kurse über Holzschutz abhalten. Die Zuständigkeit der Pflanzenschutzämter liegt jedoch ihrem Aufgabenbereich entsprechend auf der biologischen, nicht aber auf der baulichen Seite des Holzschutzes. Das Umgekehrte trifft für die zuweilen von dem Hausbesitzer herangezogenen Bauämter zu, die verständlicherweise von den holzschädigenden Insekten und Pilzen oder den chemischen Schutzmitteln nur eine schwache Vorstellung haben. Die wenigen in der Bundesrepublik vorhandenen einschlägigen wissenschaftlichen Institute schließlich haben andere Aufgaben und können nur in Ausnahmefällen der Praxis unmittelbar zur Verfügung stehen.

Angesichts der geschilderten Situation im praktischen Holzschutz kann mithin die Frage nicht generell beantwortet werden, wer zur Durchführung der Maßnahmen ,,berufen" ist. Damit soll aber keineswegs behauptet werden, daß die heute geleistete praktische Arbeit in Bausch und Bogen als wertlos bezeichnet werden muß. Im Gegenteil! Insbesondere diejenigen Betriebe, die sich ausschließlich mit Holzschutzmaßnahmen befassen, verfügen zumeist über erhebliche Erfahrungen. Dem Fehlen der baulichen Fachkenntnisse suchen sie z. T. durch Verwendung von Zimmerleuten bei dem technischen Personal zu begegnen. Gewiß ist gerade im Holzschutzgewerbe die Versuchung groß, z. B. durch Unterschreiten der notwendigen Schutzmitteldosierungen zum mindesten bei vorbeugenden Maßnahmen und dadurch ermöglichter Verbilligung eines Angebotes die Konkurrenz aus dem Felde zu schlagen. Auf diese Gefahr

und die hier auch nach den Erfahrungen des Verfassers tatsächlich vorhandenen Mißstände hat Steiniger (7) ausführlich hingewiesen. Diese Gefahr kann unter anderem durch Schaffung von Kontrollmöglichkeiten ausgeschaltet oder doch eingedämmt werden, bei denen die eingebrachten Schutzmittelmengen quantitativ im Holz nachweisbar sind. — Es kommt weiterhin vor, daß infolge Unkenntnis des Ausführenden völlig unzureichend gearbeitet wird. Die Schuld daran trägt aber letzten Endes der Staat, der die Erteilung der Gewerbeerlaubnis nicht von einem Befähigungsnachweis abhängig macht.

Im ganzen gesehen darf man jedoch sagen, daß sämtliche an der Durchführung der Maßnahmen interessierten Unternehmergruppen ehrlich bemüht sind, zweckentsprechend zu arbeiten. Wenn das nicht immer gelingt, so liegt das an dem Fehlen einer umfassenden, dabei aber speziellen Ausbildungsmöglichkeit, die allen Teilgebieten des Holzschutzes gerecht wird. Alles weitere wäre eine Frage der Organisation.

Literatur.

1. Becker, G.: Ergebnisse der Hausbockforschung. — Anz. f. Schädlingskunde **22**, 97–102, 1949.
2. — — Über Holzschutz in Gebäuden und einige seiner Anwendungsschwierigkeiten. — Schädlingsbekämpfung **44**, 80–83, 1952.
3. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft: Jahresberichte der Pflanzenschutzämter 1952. — Braunschweig 1954.
4. Brüggemann, E.: Behördliche Vorschriften des Holzschutzes. — Bielefeld 1954.
5. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Bericht über die Maßnahmen zur Intensivierung des Vorratsschutzes. — Bonn 1954.
6. Kaufmann, O.: Folgerungen aus der Hausbockstatistik. — Arbeiten über physiolog. u. angew. Entomol. **5**, 318–332, 1938.
7. Steiniger, F.: Preisunterbietung und Scheinarbeit, eine ernste Gefahr für den Holzschutz. — Der prakt. Desinfektor **1**, 98–100, 1952.
8. — — Heißluft in der Hausbockbekämpfung. — Desinfektion und Gesundheitswesen **46**, 116–118, 1954.
9. Zumpt, F.: Der Hausbock. — Merkblätter des Reichsinstituts für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg-Reinbek, Nr. 2, 1947.
10. Zycha, H.: Probleme des Holzschutzes gestern und heute. — Z. Pfl.kr. und Pfl.schutz **62**, 11–17, 1955.

Verstärkung der Herbizidwirkung durch vorherige Verletzung der Unkräuter am Beispiel von *Colchicum autumnale* L.

Von Bernhard Rademacher, Stuttgart-Hohenheim.

Mit 2 Abbildungen.

Bei feldmäßiger Anwendung der Herbizide kann man immer wieder eine verstärkte Wirkung dieser Mittel in den Radspuren der Spritzen, der Trekker, in Huftritten usw. beobachten. Dies gilt sowohl für Kontaktmittel wie DNC, als auch für translokale Mittel wie die Wuchsstoffe. Diese Wirkungssteigerung kann bis zur Aufhebung der Selektivität gehen, indem an solchen Stellen beispielsweise auch das Getreide ernstlich beschädigt wird.

Die Ursache dieser Wirkungssteigerung ist gewöhnlich eine doppelte: 1. Die niedergetretenen Stengel und Blätter nehmen eine größere Wirkstoffmenge auf als in natürlicher, steiler Stellung, 2. die entstandenen Wunden

lassen die Herbizide schneller und in größerer Quantität ins Innere der Blätter usw. eindringen. Der letztgenannten Tatsache kommt dabei die größere Bedeutung zu, wie ich kürzlich schon nachweisen konnte (Rademacher 1952). Abbildung 1 zeigt eine Senfpflanze (*Sinapis alba*), welche auf jedes Keimblatt und auf die beiden ersten Laubblätter in unverletztem Zustande je einen feinen Tropfen einer 0,1%igen 2,4-D-Na-Lösung erhielt. Die Pflanze in Abbildung 2 erhielt die gleiche Menge appliziert, jedoch nach vorheriger Verletzung



Abb. 1. *Sinapis alba*, je 2 Keim- und Laubblätter unverletzt mit 2,4-D-Na behandelt (1/3 nat. Größe).



Abb. 2. *Sinapis alba*, je 2 Keim- und Laubblätter nach vorheriger Nadel-Verletzung mit 2,4-D-Na behandelt (etwas verkleinert).

der betreffenden Blattstellen mit einer Präpariernadel. Man sieht, daß im ersten Falle die Pflanze zwar deutlich geschädigt wurde, aber letztlich weiterwachsen konnte, während sie bei vorheriger Verletzung vollständig abstarb. Die Wirkung ist dabei um so heftiger, je schneller nach der Verletzung die Behandlung erfolgt. Bei Behandlung mit einem Kontaktherbizid wie DNC ist der Vorgang ganz entsprechend.

Die Möglichkeit einer solchen Wirkungssteigerung wurde seit 1951 in mehreren Versuchen um Hohenheim bei der Herbstzeitlose (*Colchicum autum-*

nale) eingehender geprüft. Die Ergebnisse werden im folgenden vorbehaltlich einer eingehenden Darstellung in aller Kürze wiedergegeben.

Versuch 1.

Er läuft seit 1951 auf einer stark vermoosten, schattigen Glatthaferwiese in Bachnähe mit starkem Zeitlosenbesatz. In zweifacher Wiederholung wurde eine alljährlich Anfang Mai durchgeführte normale Behandlung mit 3 kg/ha 2,4-D-Na auf unverletzte Pflanzen mit der gleichen Behandlung auf vorher verletzte Pflanzen verglichen. Die Vorbehandlung bestand 1951 im Niedertreten, ab 1952 in kräftigem Niederschlagen der Pflanzen mit einer Weißdornrute. Die auf alljährlichen Einzelauszählungen beruhenden Ergebnisse bringt Tabelle 1.

Tabelle 1. Vergleich der 2,4-D-Wirkung auf *Colchicum autumnale* bei vorheriger Verletzung und ohne diese.

Gruppe Nr.	Behandlung	Ausgangsbesatz mit *Colchicum* 1951 je 10 qm	Reihe	Relativzahlen der überlebenden *Colchicum*-Pflanzen				
				1951	1952	1953	1954	1955
1	Kontrolle, unbehandelt	188	I[1])	100	82	94	86	75
			II[2])	100	100	100	100	100
2	Jährlich 3 kg 2,4-D-Na/ha in 1000 l Wasser ohne Vorbehandlung	115	I	100	60	70	25	7
			II	100	71	74	28	9
3	Jährlich 3 kg 2,4-D-Na/ha in 1000 l Wasser mit Vorbehandlung	103	I	100	28	20	18	7
			II	100	33	21	21	9

[1]) I = *Colchicum*-Relativzahlen bei 1951 = 100.
[2]) II = *Colchicum*-Relativzahlen unter Berücksichtigung der natürlichen Bestandsveränderungen bei der Kontrolle in den betreffenden Jahren.

Der Versuch zeigt, daß die vorherige Verletzung der Herbstzeitlosen die 2,4-D-Wirkung besonders im ersten Behandlungsjahr bedeutend verstärkt hat. Die verringerte Wirkung im zweiten Jahr ist einmal auf ungünstige Witterungsumstände, vor allem aber auf die früher schon von mir festgestellte Tatsache zurückzuführen, daß die überlebenden Zeitlosen vielfach so schmale Blätter zeigen, daß diese die für die Knollenzwiebel nötige letale Dosis des Herbizids nicht mehr aufzunehmen vermögen. Die Fortsetzung des Versuchs bis 1955 zeigt den rascheren Erfolg der Verletzungsmethode.

Versuch 2.

Der zweite Versuch wurde 1952 auf einer relativ trockenen Salbei-Glatthaferwiese mit starkem Zeitlosenbesatz, darunter einem hohen Anteil kapseltragender Altpflanzen, in vierfacher Wiederholung angelegt und lief bisher 3 Jahre. Die Behandlung erfolgte wie in Versuch 1. 3 kg/ha 2,4-D-Na wurden alljährlich Anfang bis Mitte Mai einmal geschlossen je auf unverletzte und auf vorher verletzte Pflanzen, zum Vergleich außerdem in geteilten Gaben (dreimal im Abstand von je 8 Tagen je 1 kg/ha) verabfolgt. Einzelheiten, sowie die Ergebnisse (Einzelpflanzenzählung) bringt die Tabelle 2.

Tabelle 2. Verbesserung der 2,4-D-Wirkung auf *Colchicum autumnale* bei vorheriger Verletzung und bei geteilten Gaben.

Gruppe Nr.	Behandlung	Ausgangsbesatz mit *Colchicum* je 40 qm[3])	Reihe	Relativzahlen der überlebenden *Colchicum*-Pflanzen 1953	1954	1955
1	Kontrolle, unbehandelt	493	I[1])	100	101	98
			II[2])	100	100	100
2	Jährlich 3 kg/ha 2,4-D-Na in 1000 l Wasser ohne Vorbehandlung	510	I	100	93	68
			II	100	92	69
3	Jährlich 3 kg/ha 2,4-D-Na in 1000 l Wasser mit Vorbehandlung	594	I	100	73	59
			II	100	73	60
4	Jährlich 3 kg/ha 2,4-D-Na in 1000 l Wasser in drei geteilten Gaben	493	I	100	77	77
			II	100	76	79

[1]) I = Vgl. Fußnote Tabelle 1.
[2]) II = Vgl. Fußnote Tabelle 1.
[3]) Summe der *Colchicum*-Pflanzen im Versuch in 4 Wiederholungen.

Das Ergebnis dieses Versuches ist zwar nicht so eindrucksvoll wie bei Versuch 1, zeigt aber doch deutlich die Überlegenheit der Herbizidwirkung bei vorherigen Verletzungen der Zeitlosen.

Fast ebenso günstig wie diese hat sich die Verteilung der 3 kg/ha-Gabe auf 3 Behandlungen im kurzen Abstand von 8 Tagen ausgewirkt. Dies Ergebnis bestätigt die Feststellung von Linden (1954), wonach subletale Wuchsstoffdosen vor dem Abklingen der Wirkung der vorhergehenden Behandlung deutliche Wirkungssteigerungen ergeben können. Dabei ist zu bemerken, daß in jedem dieser Versuche die Zeitlosenzahl allein kein richtiges Bild von der Wirkung der Behandlungen ergibt. Es kommt vielmehr noch eine mehr oder weniger starke Schwächung der Pflanzen hinzu.

Versuch 3.

In diesem, 1952/53 auf einer teilschattigen Parkwiese laufenden Versuch wurde untersucht, ob auch die schmalblättrigen Jungpflanzen von *Colchicum autumnale* genügend auf die Vorverletzungen ansprechen. Insgesamt wurden 50 einblättrige Zeitlosenpflanzen mit in den Boden gesteckten, numerierten Weißblechetiketten markiert, um den Behandlungserfolg für jede Einzelpflanze im nächsten Jahr feststellen zu können. Die Behandlung ohne Vorverletzung wurde bei 17, mit Vorverletzung durch eine Stacheldrahtrute bei 25 Pflanzen am 1. 5. 1952 vorgenommen. Einzelheiten sowie das Ergebnis zeigt Tabelle 3.

Das Ergebnis im Folgejahr 1953 zeigt eine außerordentliche Wirkungssteigerung der 2,4-D durch die Vorverletzung auch bei einblättrigen Jungpflanzen. Da sich in diesem Versuch auch die Veränderungen im Wuchszustand der markierten Einzelpflanzen feststellen ließ, sei hierüber folgendes gesagt: Während die Kontrollparzelle im Frühjahr nach

Tabelle 3. Wirkung von 2,4-D-Na auf einzeln markierte Jungpflanzen von *Colchicum autumnale* mit und ohne Vorbehandlung durch Verletzung.

Gruppe Nr.	Behandlung	1953 wiedererschienene *Colchicum*-Pflanzen in Prozenten der 1952 markierten Pflanzen	Relativzahl bei Berücksichtigung der natürl. Bestandsveränderung in der Kontrolle
1	Kontrolle, unbehandelt	67	100
2	6 kg/ha 2,4-D-Na (in 2000 l Wasser) ohne Vorbehandlung	35	47
3	6 kg/ha 2,4-D-Na (in 2000 l Wasser) mit Vorbehandlung	14	17

der Behandlung grashalmstarke und kräftigere ein- und zweiblättrige Zeitlosenpflanzen aufwies, während die ohne vorherige Verletzung mit 2,4-D behandelte Parzelle ebensolche, aber nur einblättrige Pflanzen trug, wuchsen auf der vorbehandelten Parzelle nur einblättrige Pflanzen, deren Blätter lediglich die Stärke des *Festuca rubra*-Untergrases hatten. Diese bedeutende Schwächung war also neben einer Dezimierung um 83% gegenüber nur 53% bei Spritzung ohne Vorbehandlung erzielt worden. Zudem fehlten nach Vorbehandlung die (nicht markierten) Altpflanzen im Gegensatz zur normalen Behandlung völlig.

Versuch 4.

In diesem am 1. Mai 1952 auf einer sonnigen Parkwiese angelegten Versuch wurde im Gegensatz zu Versuch 3 die Reaktion von *Colchicum*-Altpflanzen auf

Tabelle 4. Schwächung der überlebenden Pflanzen von *Colchicum autumnale* durch eine 2,4-D-Na-Behandlung mit und ohne vorherige Verletzung.

Gruppe Nr.	Behandlung	Zahl der markierten Pflanzen je Parzelle bei Vers.beginn	Verminderung der Blattzahl durch die Behandlung: Blätter vor Behandlung 1952	∅ Blattzahl 1953	Zahl der blühenden Pflanzen am 16. 9. 1952
1	Kontrolle, unbehandelt	78	1 Blatt	1,5	43
			2 Blätter	2,3	
			3 Blätter ohne Kap.	3,2	
			3 Blätter mit Kap.	3,0	
			4 Blätter	3,6	
2	3 kg/ha 2,4-D-Na in 1000 l Wasser ohne Vorbehandlung	93	1 Blatt	1,0	2
			2 Blätter	1,8	
			3 Blätter ohne Kap.	2,2	
			3 Blätter mit Kap.	2,2	
			4 Blätter	2,0	
3	3 kg/ha 2,4-D-Na in 1000 l Wasser mit Vorbehandlung	106	1 Blatt	1,0	0
			2 Blätter	1,5	
			3 Blätter ohne Kap.	1,8	
			3 Blätter mit Kap.	2,2	
			4 Blätter	1,6	

die 2,4-D-Na-Gaben mit und ohne Vorbehandlung durch Verletzung geprüft. Die Pflanzen waren einzeln markiert wie in Versuch 3. Tabelle 4 bringt das Ergebnis der Blüten- und Blattauszählungen im Jahr der Behandlung und im Folgejahr als Maßstab für die generative und vegetative Schwächung der Zeitlosen.

Als Ergebnis ist zunächst die Tatsache festzustellen, daß durch die 2,4-D-Behandlung mit wie ohne Vorverletzung die Blüten- und damit auch die Kapselbildung praktisch ganz unterbunden wurde, während in den Kontrollparzellen die Pflanzen verschiedener Altersstadien reichlich blühten und Kapseln trugen. Ebenso wichtig ist die Feststellung des Schwächungsgrades: Während in der Kontrolle bei sämtlichen Altersstadien (mit Ausnahme des ältesten) die Blattzahl je Pflanze gleich blieb oder zunahm, wurde sie durch beide Behandlungsarten, wiederum aber besonders bei Vorverletzung, herabgesetzt. Da die ausgebildeten Blätter zudem stark verschmälert gegenüber denen der unbehandelten Pflanzen sind und viele Pflanzen ganz ausgemerzt wurden, war der Anteil an giftigen *Colchicum*-Blättern im Futter sehr stark herabgesetzt.

Versuch 5.

Dieser, 1953 begonnene Versuch läuft auf einer trockenen Baumwiese in vierfacher Wiederholung. Dabei wurde 2,4-D-Na in verschiedenen Mengen, sowie MCP-Na in alljährlicher Einzelpflanzenbehandlung der Zeitlosen um Mitte Mai mit einer „Distellanze“ der Firma A. Gelzhäuser, Vollme i. W. angewandt. Die Lanze besitzt 1 Spitze mit vier über Kreuz stehenden feinen Austrittskanülen, durch welche beim Aufstoßen auf eine Pflanze jeweils eine Menge von etwa 9 ccm der Herbizidlösung austritt, und teils auf, teils neben die angestochene Pflanze gelangt. Die einblättrigen Jungpflanzen konnten hierbei nur insoweit behandelt werden, als sie schon genügend kräftig waren. Die Behandlung der stark geschwächten Pflanzen im zweiten Jahr erwies sich überhaupt als problematisch. Einzelheiten und Ergebnisse bringt die Tabelle 5.

Tabelle 5. Anwendung von 2,4-D und MCP gegen *Colchicum autumnale* mittels einer Distellanze.

Gruppe Nr.	Behandlung	Ausgangszahl der behandelten *Colchicum*-Pflanzen[1])	Relativwerte der überlebenden *Colchicum*-Pflanzen: Reihe	1953	1954	1955
1	Kontrolle, unbehandelt	185	I[2])	100	96	102
			II[3])	100	100	100
2	Jährlich 9 ccm 0,3%ige Lösung von 2,4-D-Na je Pflanze	212	I	100	34	76
			II	100	35	74
3	Jährlich 9 ccm 0,5%ige Lösung von 2,4-D-Na je Pflanze	196	I	100	17	32
			II	100	18	31
4	Jährlich 3mal 9 ccm 0,1%ige Lösung von 2,4-D-Na je Pflanze	291	I	100	18	59
			II	100	18	58
5	Jährlich 9 ccm 0,3%ige Lösung von MCP-Na je Pflanze	282	I	100	82	80
			II	100	85	78
6	Jährlich 9 ccm 0,5%ige Lösung von MCP-Na je Pflanze	284	I	100	67	78
			II	100	69	76

[1]) Summe aus 2 Wiederholungen.
[2]) und [3]) siehe Fußnoten Tabelle 1.

Die Ergebnisse dieses Versuchs sind in mehrfacher Hinsicht interessant: das mitgeprüfte, hier nicht aufgeführte Natriumchlorat versagte völlig. Im Jahr nach der ersten Behandlung war von den beiden Wuchsstoffen 2,4-D-Na gut und dem MCP-Na in der Wirkung auf *Colchicum* stark überlegen. Die 0,5%ige Lösung von 2,4-D-Na wirkte fast doppelt so stark wie die 0,3%ige bei einmaliger Gabe, während eine (allerdings recht zeitraubende) dreimal im Abstand von 8 Tagen wiederholte Behandlung mit 0,1%iger Lösung die gleiche Wirkung wie die 0,5%ige zeigte. Bei geringem Herbstzeitlosenbesatz schienen sich hier Möglichkeiten einer Spezialbekämpfung ohne Schädigung der sonstigen Flora zu ergeben, zumal, wenn 2,4-D-Na durch den laut Versuch 2 und nach Kersting (1953) wirksameren 2,4-D-2,4,5-T-Ester ersetzt würde.

Die zweite Behandlung mit dieser Methode hat jedoch völlig versagt; offensichtlich deshalb, weil das Gerät eine viel zu geringe Wirkstoffmenge auf die infolge der Vorjahrsbehandlung geschwächten und nur noch schmalblättrigen Pflanzen brachte, von denen viele überhaupt nicht behandelt werden konnten. Hier hätte eine Spritzung durchgeführt werden müssen.

Sonstige Wiesenkräuter.

Die gannten Versuche gaben auch Gelegenheit, die Reaktion anderer Wiesenpflanzen auf die Vorverletzung zu beobachten. Diese förderte die Ausmerze von *Ranunculus acer*, *R. bulbosus*, *Salvia pratensis* und vor allem auch *Anthriscus silvestris*. Während der letztere bei normaler 2,4-D-Behandlung zwar vorübergehend leidet, jedoch bei wiederholten Behandlungen als Folge von Bestandsverschiebungen eindeutig gefördert wird, ergab sich bei Vorverletzungen ein deutlicher Rückgang.

Die Schädigungen einer Vorbehandlung auf die Grasnarbe sind in ihrer Intensität von Wiesentypus, Wiesenlage und Sonneneinstrahlung abhängig, können aber durch entsprechende Dünger-, insbesondere N-Gaben, behoben werden. Gute Erfolge der Vor-Verletzungsmethode werden neuerdings auch von Kersting (1955) bei *Tussilago farfara* berichtet.

Zusammenfassung.

Es wird insbesondere am Beispiel von *Colchicum autumnale*, aber auch an einigen anderen Wiesenpflanzen sowie an *Sinapis alba* gezeigt, daß eine Verletzung der Pflanzen unmittelbar vor einer Behandlung mit Wuchsstoff-Herbiziden deren Wirkung beträchtlich zu steigern vermag.

Literatur.

Kersting, F.: Zur Frage der Bekämpfung von *Colchicum autumnale* mit wuchsstoffhaltigen Mitteln. Nachrichtenbl. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes **5**, 70–75, 1953.

— — Erfahrungen zur Bekämpfung des Huflattichs mit chemischen Mitteln. Gesunde Pflanzen **7**, 46–49. 1955.

Linden, G.: Über die Wirkung wiederholter Behandlung mit subletalen Konzentrationen der 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D) auf *Sinapis alba* sowie weitere Untersuchungen zu Transport und Wirkungsweise der Wuchsstoffe in der Pflanze. Beitr. z. Biol. d. Pflanze **30**, 343–378, 1954.

Rademacher, B.: Erfahrungen über die Fortentwicklung des Gebrauchs herbizider Wuchsstoffe. Gesunde Pflanzen **4**, 281–286, 1952.

— — Über die Auswirkung einer Behandlung mit 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D) auf dem Grünland unter besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung gegen die Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale* L.). Ztschr. f. Acker- u. Pflanzenbau **96**, 415–456, 1953.

Beitrag zur Frage der herbiziden Wirkung von Chlorpikrin (Larvacide)

Von H. Hähne, Hamburg.

Mit 1 Abbildung.

Die herbizide Wirkung einer Bodenentseuchung hat neben der Bekämpfung von Bodenschädlingen aller Art für den Gärtner ein besonderes Interesse, da die von ihm verwendeten Erden oft sehr stark von Unkrautsamen besetzt sind und die spätere Unkrautvernichtung ihm viel Mühe macht. Häufig ist das Ziel einer Erdbehandlung daher ganz oder überwiegend die Vernichtung der Unkrautsamen.

Das einzige bisher bekannte und für diesen Zweck angewandte Entseuchungsverfahren ist die Bodendämpfung, die bei richtiger Ausführung zur restlosen Abtötung aller Unkrautsamen führt.

Neuerdings ist Chlorpikrin, das unter der Handelsbezeichnung „Larvacide“ seit 1952 aus den USA nach Deutschland eingeführt wird, in den Brennpunkt des Interesses getreten. Der Vorteil dieses Mittels gegenüber anderen zur Bodenentseuchung verwandten chemischen Verbindungen und Präparaten liegt in seiner Breitenwirkung, die praktisch der der Bodendämpfung entspricht. Da es sich dieser gegenüber dadurch auszeichnet, daß seine Anwendung den Betrieb nicht mit einem entscheidenden Arbeitsaufwand belastet und die für die Applikation erforderlichen Geräte nur eine geringe Kapitalinvestierung benötigen, hat es sich in den USA schon lange und in den uns benachbarten Ländern Holland, Dänemark, Schweden und Norwegen seit 1946 seinen Platz neben der Bodendämpfung erobert.

Was die Frage der herbiziden Wirkung des Mittels anbetrifft, ist zunächst festzustellen, daß diese unter praktischen Verhältnissen nicht immer so durchschlagend ist wie die der Dämpfung. Das hat verschiedene Gründe.

Entscheidend für den Umfang der Unkrautabtötung durch Chlorpikrin sind neben der Bodenart die Höhe der angewandten Mittelmenge sowie Feuchtigkeit und Temperatur des Bodens. Mit steigender Höhe verbessert sich die Wirkung und umgekehrt. Dem Bodenwasser kommt in erster Linie die Funktion zu, die Samen, die in trockenem Zustand resistenter sind, zum Quellen zu bringen. Inwieweit der Zeitpunkt der Mittelanwendung bei manchen Arten, die sich nicht ständig, sondern nur zu bestimmten Zeiten in Keimbereitschaft befinden, eine Rolle spielt, bedarf noch der Klärung.

Aus der Literatur ist bekannt, daß die Empfindlichkeit der Unkrautsamen artspezifisch ist. Dies wurde auch von uns in Versuchen und bei in der Praxis durchgeführten Erdentseuchungen beobachtet und dabei bestätigt gefunden, daß Gräser im allgemeinen resistenter sind als dikotyle Unkräuter. Die hauptsächlich in der amerikanischen Literatur verzeichneten Angaben sind für uns nur von geringem Wert, da die genannten Arten in unserer Unkrautflora größtenteils nicht vertreten sind bzw. unsere Arten fehlen.

Die Erkenntnis von der Temperaturabhängigkeit der Wirkung hat bisher zu der Empfehlung geführt, Anwendungen von Larvacide, die speziell die Unkrautvernichtung zum Ziele haben, bei höherer Bodentemperatur vorzunehmen, oder, wo dies nicht möglich ist, die Mittelmenge zu erhöhen. Unsere praktischen Erfahrungen haben gezeigt, daß diese Empfehlung nur bedingt richtig ist.

Wir haben nämlich wiederholt feststellen müssen, daß bei Bodenentseuchungen von Flächen und Erdhaufen die herbizide Wirkung des Mittels nicht dem entsprach, was nach der zum Zeitpunkt der Behandlung herrschenden Temperatur zu erwarten gewesen wäre. Es gab Fälle, in denen nach einer bei günstiger Temperatur (16–22° C) vorgenommenen Behandlung hinterher starker Unkrautauflauf beobachtet wurde und solche, in denen bei einer Anwendungstemperatur von 7–10° C selbst sehr stark verunkrautete Böden hinterher praktisch unkrautfrei waren und blieben. Eine Erklärung dieses Phänomens, das der landläufigen Auffassung von der Temperaturabhängigkeit widersprach, fehlte zunächst.

Erst eine im vorigen Jahr durchgeführte Entseuchung eines Nelkenhauses und die anschließenden Untersuchungen brachten Licht in die Zusammenhänge. Dieser Fall sei daher in den Einzelheiten dargestellt, weil er zugleich wichtige Hinweise für die praktische Durchführung von Bodenentseuchungen mit Larvacide und die Anstellung und Auswertung von Versuchen gibt, in denen die herbizide Wirkung von vergasenden Bodenentseuchungsmitteln geprüft werden soll.

Versuchsanstellung und Beobachtungen:

438 qm großes Großraum-Gewächshaus; Boden: humoser, lehmiger Sand. Vorfrucht: Nelken, Anemonen. Letztere waren besonders stark verunkrautet, überwiegend *Stellaria media*, die reif geworden war und ausgesamt hatte. — Nach dem Ausräumen war der Boden umgegraben und anschließend 25 cm tief gefräst worden, so daß die ausgefallenen Samen sich hinterher ziemlich gleichmäßig auf die Kulturschicht verteilt fanden. Darunter unbearbeiteter fester Untergrund, der, wie die spätere Untersuchung ergab, keine Unkrautsamen enthielt.

14. 7. Flächenbehandlung mit Larvacide mittels Handinjektors. Injektionsstellen 15 cm tief, 25 × 25 cm Abstand = 16 je Quadratmeter, je 2 ccm = 32 ccm Larvacide je m². — Temperatur in 10 cm Tiefe: 19° C. Anschließend Bodenoberfläche nach Einebnen mit Wasser dicht geschlämmt (Wassersiegel) und mit Bitumenpapier abgedeckt (Ausführung: Pflanzenschutztechniker Lichter i. Hse. W. Biesterfeld & Co., Hamburg).

19. 7. Nach 5 Tagen wurde das Papier von dem Betriebsinhaber entfernt und dabei nach seinen Angaben viel Unkraut beobachtet.

24. 7. Am 10. Tag nach der Behandlung erfolgte Besichtigung durch den Verfasser. Der Boden war inzwischen bis auf ein besonders stark verunkrautetes vormaliges Anemonenbeet umgegraben worden, um die Wartezeit zur Neubepflanzung abzukürzen. Befund: Auf der unberührten Fläche außerordentlich viel Keimlingspflanzen von *Stellaria media*, vereinzelt Tomaten und Gras.

Um einen Einblick in die Unkrautverhältnisse unter der Oberfläche zu bekommen, wurde die Kulturschicht des Bodens in 4 Schichten abgetragen und von diesen Mischproben entnommen. Die anschließende Untersuchung der Proben auf den Gehalt an keimfähigen Samen geschah in der Weise, daß die Erde am 26. 7. 7 cm hoch in flache, quadratische Tonschalen (3,7 l Inhalt) gebracht, diese regelmäßig feucht gehalten und die aufgelaufenen Unkräuter über einen Zeitraum von 30 Tagen in Abständen gezählt und dabei entfernt wurden. — Da bei der Auswertung am 15. Tag (10. 8.) im Höchstfall nur noch 6 Pflanzen aufgelaufen waren, wurde die Erde vorsichtig in umgekehrter Schichtung in andere gleichartige Schalen umgefüllt, um die unten liegenden Samen in eine etwa günstigere Keimzone zu bringen. Dabei wurde die Erde sorgfältig auf gekeimte Samen untersucht, diese entfernt und der jeweiligen Gruppe hinzugerechnet. Bei dieser Gelegenheit konnte festgestellt werden, daß auch in einer Tiefe von 7 cm die Samen von *St. media* normal keimen und bis zur Oberfläche durchbrechen.

In Tabelle 1 ist die Gesamtzahl der aufgelaufenen Pflanzen, überwiegend Vogelmiere, und in ( ) Tomaten und Gras verzeichnet. Aus ihr geht hervor, daß das Gras der in einer Tiefe bis 7 cm liegenden Samen sehr schnell, bei einer Raum- und Bodentemperatur von etwa 18° C innerhalb von 10 Tagen aufgelaufen war.

Tabelle 1

Schicht-Nr.: Tiefe:	Gekeimte Samen in 1 0–3 cm	2 3–10 cm	3 10–18 cm	4 18–25 cm
am 2. 8. 54	214 (2)	80 (2)	17 (1)	7
am 6. 8. 54	94 (1)	25	5 (2)	1
am 10. 8. 54	35 (4)	31 (1)	7 (1)	7 (1)
am 21. 8. 54	12	28	3	1
am 26. 8. 54	5	9	4	2
Gesamt	360 (7)	173 (3)	36 (4)	18 (1)

Schon diese Zahlen zeigen die nach der Tiefe hin deutlich zunehmende Wirkung der Larvacide-Behandlung. Richtig vergleichbar sind sie aber erst nach Umrechnung auf gleiche Fläche (1 qm) und gleiche Schichtdicke (1 cm) nach der Formel

$$\text{Unkrautdichte} = \frac{\text{gekeimte Samen je } 3.7\,1 \cdot 10\,000}{3\,700}$$

Die Zahl keimfähiger Samen in den einzelnen Schichten ergibt sich als Produkt von Unkrautdichte und Schichtdicke. Die Summe dieser Zahlen ist die Gesamtzahl der nicht abgetöteten Samen je 1 qm der Kulturschicht (Tabelle 2).

Tabelle 2

Schicht-Nr.	gekeimte Samen je Saatschale (3,7 l)	Unkrautdichte absolut	Unkrautdichte bezogen auf Schicht 1	Keimfähige Samen auf 1 qm
1	360	970	100	2900
2	173	467	48,2	3270
3	36	97	10,0	780
4	18	49	5,1	340
gesamt				7300

Um die herbizide Wirkung berechnen zu können, müßte bekannt sein, wieviel keimfähige Samen ursprünglich tatsächlich im Boden vorhanden waren. Mangels einer vorherigen Probenahme fehlt diese Zahl leider. Sie läßt sich aber angenähert ableiten, wenn man die relative Unkrautdichte der einzelnen Schichten graphisch darstellt (Abb. 1).

Das Diagramm zeigt klar die progressive Abnahme der Unkrautwirkung, je näher die Samen der Bodenoberfläche liegen. Eine durch die Mitte der Schichten gelegte Kurve schneidet die Nullinie (Bodenoberfläche) etwa bei 115%. Das würde bedeuten, daß an dieser Stelle eine Unkrautdichte von 115% der in Schicht 1 ermittelten, also $\frac{970 \cdot 115}{100} = 1116$ vorgelegen hat. Man dürfte keinen gravierenden Fehler begehen, wenn man annimmt, daß diese Unkrautdichte vor der Behandlung in der gesamten 25 cm starken Kulturschicht vorhanden war. Es ergibt sich dann, daß sich je Quadratmeter Fläche 27 900 keimfähige Samen im Boden befunden haben. Diese Zahl ist eher zu niedrig als zu hoch, denn sie berücksichtigt nicht die zahlreichen, bereits vor der Probenahme aufgelaufenen Unkrautpflanzen der Schicht 1.

Da nach der Behandlung insgesamt nur 7300 gekeimte Samen je Quadratmeter gefunden wurden, waren also 20600 Samen, d. h. 73,8% abgetötet worden. Die Unkrautwirkung in den verschiedenen Bodenzonen ergibt sich durch

Vergleich ihrer Unkrautdichten nach der Behandlung mit der der Bodenoberfläche (1116) und ist in Tabelle 3 wiedergegeben.

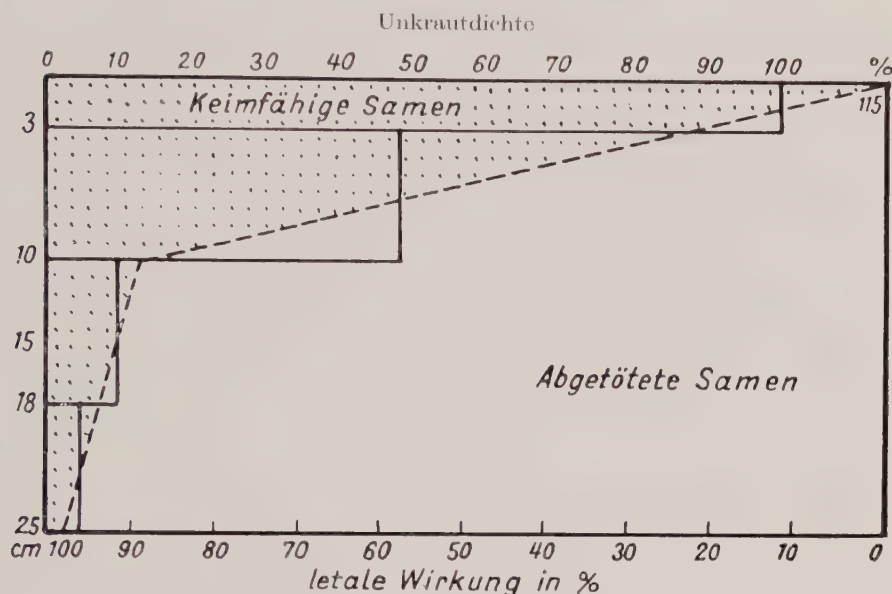


Abb. 1. Herbizide Wirkung von Chlorpikrin (Larvacide) in verschiedenen Bodenzonen (Injektion: 15 cm).

Tabelle 3

	Schicht 1	2	3	4
Unkrautdichte	970	467	97	49
bezogen auf „vorher" .	87,0%	42,0%	8,7%	4,4%
Vernichtetes Unkraut . .	13,0%	58,0%	91,3	95,6%

Sie zeigt, daß in der oberen, 3 cm starken Schicht nur 13% der Samen abgetötet waren. Bis zu einer Tiefe von 10 cm waren es im Durchschnitt 58%, jedoch war hier die letale Wirkung des Mittels, wie aus dem Diagramm hervorgeht, sehr unterschiedlich. Sie lag zwischen 10 und 75%. Aus dem Diagramm ist weiter abzulesen, daß sich von den überlebenden Samen der überwiegende Anteil in einer Bodenzone befindet, in der sie unter normalen Verhältnissen zu keimen vermögen.

Diese Tatsache ist wichtig für die Erklärung der in der Praxis beobachteten Fälle, in denen man nach bei höheren Temperaturen vorgenommenen Larvacide-Anwendungen glaubte, teils eine gute, teils eine schlechte Unkrautwirkung feststellen zu können. Beides ist nicht richtig.

Die Beobachtung, daß auch bei niedrigen Temperaturen hohe Abtötungsergebnisse erreicht werden, hat uns die bisher übersehene Tatsache vor Augen geführt, daß nicht Mitteldosierung und Temperatur allein den Wirkungsgrad bestimmen, sondern daß der Faktor Zeit dabei von entscheidender Bedeutung ist.

Bei niedriger Temperatur ist in der Regel die Verweildauer des Gases im Boden lang, so daß trotz der an sich bei niedriger Temperatur geringeren Empfindlichkeit der Samen das Tödlichkeitsprodukt erreicht wird. Wenn die Verweildauer des Gases verkürzt wird durch stärkere Bewegung der Atmosphäre und durch besondere Bodenbearbeitungsmaßnahmen, die bezwecken sollen, den Boden früher verwendungsfähig zu machen, so kann sich daraus eine schlechtere Wirkung ergeben. Sie ist bei Flächen augenscheinlicher als bei Erdhaufen, weil hier das Gas infolge der größeren Haufenstärke ohnehin längere Zeit benötigt, um restlos zu entweichen und durch das Umsetzen die in der äußeren Zone liegenden Samen wieder ins Haufeninnere gebracht werden.

Bei höherer Temperatur hat das Gas die Tendenz, schneller aus dem Boden zu entweichen, besonders wenn über der Oberfläche die Luft bewegt und sehr warm ist. Es ergeben sich dann häufig, wenn nicht sogar in der Regel, Verhältnisse, wie sie in unserem Versuch beschrieben wurden, nämlich eine geringere Abtötung der in der Oberschicht liegenden Samen. Ob diese wahrgenommen werden, hängt davon ab, wann nach der Behandlung die durch das Wassersiegel verdichtete Oberfläche durch Bodenbearbeitung zerstört wird. Geschieht es zu einem Zeitpunkt, zu dem die Samen in Keimung, aber noch nicht aufgelaufen sind, werden sie mechanisch vernichtet, und es wird damit indirekt eine bessere Mittelwirkung vorgetäuscht. Bleibt der Boden längere Zeit unberührt liegen, können die Samen ungestört auflaufen.

Gelegentlich wird auch bei der ersten auf die Behandlung folgenden Kultur beobachtet, daß diese stärker, die zweite dagegen nicht verunkrautet ist, nämlich dann, wenn für die erste Kultur der Boden nur flach bearbeitet und damit in seiner Schichtung belassen wurde. Auch dieser Fall findet durch den beschriebenen Versuch seine Erklärung. Bei den während der ersten Kultur gefundenen Unkrautpflanzen hanelt es sich nämlich um solche, die den nicht erfaßten Samen der Oberschicht entstammen. Wenn durch Hacken und Jäten dafür gesorgt wird, daß sie nicht zum Aussamen kommen, verbleibt hinterher ein praktisch unkrautfreier Boden.

Schließlich sind noch Erfahrungen bei der Behandlung von Erdhaufen zu besprechen. In der Regel werden dabei die Unkrautsamen sehr gut abgetötet. Gelegentlich wird jedoch festgestellt, daß besonders nach einer Behandlung in der warmen Jahreszeit bei kleinen oder lang und schmal angelegten größeren Haufen die herbizide Wirkung weniger gut ist. Das hat seinen Grund barin, daß die Oberfläche derartiger Haufen im Vergleich zum Volumen und damit auch die ,,kritische Zone" mangelhafter Wirkung relativ größer ist als dei großen quadratischen Haufen.

Nutzanwendung für die Praxis.

Die gemachten Feststellungen geben einige wichtige Hinweise für die praktische Durchführung des Larvacide-Verfahrens.

1. Erdhaufen sind möglichst quadratisch aufzusetzen. Es ist zweckmäßig, kleinere Mengen verschiedener Erdarten unter Zwischenschaltung von Trennwänden o. ä. zu größeren Haufen zu vereinigen.

2. Zur Erzielung einer guten Unkrautwirkung empfiehlt es sich, die Erdhaufen nach Möglichkeit wenigstens 8 Tage mit Bitumenpapier bedeckt und anschließend möglichst lange in ihrer Lage zu belassen. Durch mehrmaliges flaches Durcharbeiten der äußeren Erdschicht werden auch die hier etwa nicht abgetöteten Samen am sichersten vernichtet.

3. Im Herbst behandelte Erdhaufen (Mindesttemperatur 10° C) können über Winter unberührt liegen bleiben, wenn die Erde nicht schon im Winter

oder zeitigen Frühjahr benötigt wird. Andernfalls ist durch Umsetzen der benötigten Erde dafür zu sorgen, daß sie noch vor dem Winter einwandfrei entgast ist.

4. Nach Flächenbehandlungen, die bei hoher Boden- und Lufttemperatur vorgenommen wurden, muß das Wassersiegel während der ersten 2–3 Tage evtl. mehrmals erneuert werden, um ein zu schnelles Entweichen des Gases zu verhindern.

5. Zur Erzielung der bestmöglichen Unkrautwirkung sollte der Boden entweder frühestens am 2., spätestens am 3. Tag nach der Behandlung, d.h. solange noch genügend Gas vorhanden ist, umgearbeitet werden, um die in der oberen Schicht liegenden Samen nach unten zu bringen (Gasmaske!), oder aber der Boden bleibt so lange wie möglich unberührt liegen. Es darf dabei aber nicht außer Acht gelassen werden, daß je nach der Bodentemperatur eine gewisse Zeit erforderlich ist, ehe wieder gepflanzt oder gesät werden kann. Bei Flächen, die während des Winters in Benutzung genommen werden, ist mindestens 1–2 Monate vorher durch entsprechende Bodenbearbeitung dafür zu sorgen, daß die Erde bis zur Bestellung einwandfrei entgast ist.

Saatgutbehandlung gegen die Möhrenfliege

Von Max Ehlers.

Aus dem Hauptlaboratorium der Schering-A.G., Berlin.

Neben den bewährten Bekämpfungsverfahren gegen die Möhrenfliege (Angießen der Pflanzreihen, Bodenbehandlung mit Streumitteln) hat sich auch die Einbringung von Streu- und Drillmitteln in die Saatfurche als wirksam und wirtschaftlich erwiesen. Während Pauck und Koch (6) mit gut rieselfähigen Streumitteln auf Basis von Lindan oder Chlordan in einer Aufwandmenge von 2,5 g je lfd. Meter ausreichende Wirkung erzielten, befriedigt nach Orth (5) das Beidrillverfahren mit einem Lindan-Drillmittel nur bei zusätzlicher Nachbehandlung der Pflanzen nach dem Auflaufen mit einem Streumittel (10 g/qm). Bei vorjährigen Versuchen von Bremer und Orth (2) versagte das Drillmittel sogar vollkommen, wenn es dem Saatgut in einem Verhältnis 1 : 5 beigemischt wurde, während höhere Aufwandmengen wegen Keimschädigung ausschieden. Nach Collingwood und Croxall (3) war an Pastinak bei Einbringung von Stäubemitteln in die Saatfurche 10 g eines 0,46%igen Lindan-Staubes je lfd. Meter wirksamer als 5 g eines 1,5%igen Aldrin-Staubes. Saatgutbehandlung mit Lindan-Saatgutpuder in einer Aufwandmenge von 20 g/kg erwies sich nach Pauck und Koch (6) in der Wirkung als völlig unbefriedigend, während Hansen u. a. (4) von ausreichender Wirkung eines 10%igen Lindan-Puders schon bei Anwendung von 10 g/kg berichten, allerdings bei frühen Möhren. Gute Erfolge erzielten Bremer und Orth (2) durch Saatgutbehandlung mit Aldrin-Streukonzentrat in einer Menge von 20 bis 50 g/kg.

Die guten Erfahrungen in der Bekämpfung der Zwiebelfliege durch Saatgutbekrustung mit DDT- und neuerdings auch Dieldrin-Mitteln regten zur Erprobung dieses Verfahrens auch bei Möhren an. In Versuchen, die wir im Jahre 1952 durchführten, reduzierte ein 10%iges Dieldrin-Spritzpulver, das in einer Menge von 200 g/kg auf die zuvor mit 2%iger Stärkelösung angefeuchteten Samen aufgetragen wurde, den Befall der Möhren von 14,8% bei „un-

behandelt" auf 4,1%. Nach ausbleibendem Möhrenfliegenbefall im Jahre 1953 konnten diese Versuche im Vorjahr mit verschiedenen Wirkstoffen fortgesetzt werden, die in Form hochprozentiger und trägerstoffarmer Zubereitungen zur Anwendung kamen.

In die Vergleichsprüfung wurden folgende Präparate einbezogen:

1. 80%iges DDT-Spritzpulver, Anwendung: Saatgutbekrustung,
2. 80%iges Lindan-Spritzpulver, Anwendung: Saatgutbekrustung,
3. 90%iges Dieldrin-Spritzpulver, Anwendung: Saatgutbekrustung,
4. 20%iger Lindan-Saatgutpuder, Anwendung: Saatgutpuderung,
5. 1,5%iges Lindan-Streumittel, Anwendung: Bodenbehandlung,
6. 2,5%iges Aldrin-Streumittel, Anwendung: Bodenbehandlung.

Die Saatgutbekrustung erfolgte unter gründlichem Durchmischen des zuvor mit einer bestimmten Menge Wasser angefeuchteten Saatgutes mit dem Pulver, worauf an der Luft zurückgetrocknet wurde. Bei der Saatgutpuderung wurde das Mittel einfach mit dem trockenen Saatgut gleichmäßig durchmischt. Die Bodenbehandlung erfolgte als Flächenbehandlung kurz vor der Möhreneinsaat.

Verwendet wurde Saatgut der Sorte „Marktgärtner" mit einer Keimfähigkeit von etwa 70%. Die Saatgutbehandlung erfolgte am 20. 4., die Aussaat am 22. 4., Ernte und ertragsmäßige Auswertung Mitte Oktober. Die Saatmenge betrug 2 g/qm. Alle Mittel bzw. Aufwandmengen kamen in 4facher Wiederholung zur Prüfung.

Unabhängig von der über längere Zeit durchgeführten Keimprüfung wurde auch in den Freilandversuchen Auflaufen und Stand der Pflanzen 1 Monat nach der Aussaat bonitiert, wobei von 0 (= Totalausfall) bis 5 (= Stand wie bei „unbehandelt") gewertet wurde. Die eigentliche Keimprüfung wurde durch Auslegen von je 200 Samen in Schalen mit Erde vorgenommen.

Präparat	Anwendungsform	Standbonitierung	Geerntete Möhren (Kilogramm)			Befall in %	Keimfähigkeit in Prozent nach Lagerung von		
			gesamt	gesund	madig		4 Tagen	4 Wchn.	7 Wchn.
DDT 80	Saatg.-Bekr. 250 g/kg	4	55,7	32,5	23,2	**41,7**	66	12	8
DDT 80	Saatg.-Bekr. 500 g/kg	2–3	58,8	30,1	28,7	**48,8**	27	3	0
DDT 80	Saatg.-Bekr. 750 g/kg	1	49,8	23,9	25,9	**52,0**	4	0	0
Lindan 80	Saatg.-Bekr. 100 g/kg	5	67,7	67,2	0,5	**0,8**	66	64	63
Lindan 80	Saatg.-Bekr. 200 g/kg	5	67,8	67,5	0,3	**0,4**	66	61	53
Dieldrin 90	Saatg.-Bekr. 100 g/kg	6	61,9	59,6	2,3	**3,8**	75	65	57
Dieldrin 90	Saatg.-Bekr. 200 g/kg	5	62,3	61,0	1,3	**2,1**	68	53	25
Dieldrin 90	Saatg.-Bekr. 300 g/kg	4–5	65,0	64,1	0,9	**1,4**	70	37	24
Lindan-Saatgutpud.	Saatgutpuderung 50 g/kg	5	58,7	49,0	9,7	**16,4**	71	66	52
Lindan-Streumittel	Bodenbehandlung 1 kg/a	4–5	64,9	64,2	0,7	**1,1**			
Aldrin-Streumittel	Bodenbehandlung 1 kg/a	4–5	68,1	67,7	0,4	**0,6**			
unbehandelt	—	5	51,0	37,0	14,0	**27,6**	73	58	62

Die Versuche ergaben folgendes:

1. DDT wirkte bei Bekrustung der Möhrensaat stark keimschädigend und zeigte auch bei der höchsten Aufwandmenge keine Wirkung gegen die Möhrenfliege. Bemerkenswerterweise lagen die Befallsprozente sogar noch über denen der unbehandelten Kontrolle und nahmen mit der Dosierung zu. Die gute Eignung des DDT in Emulsionsform als Gießmittel ist bei der Saatgutbekrustung also nicht reproduzierbar.
2. Während sich die unzureichende Wirkung eines Lindan-Saatgutpuders bestätigte, wurde durch Saatgutbekrustung mit einem 80%igen Lindan-Spritzpulver in einer Menge von 100 und 200 g/kg gleich hohe Wirkung wie durch Bodenbehandlung mit Lindan- oder Aldrin-Streumitteln erzielt. Etragsmäßig lag die Saatgutbekrustung sogar noch eher etwas günstiger. Dabei wurden auch in der höheren Aufwandmenge keine merklichen Keim- oder Auflaufschäden festgestellt, was sich in diesjährigen Versuchen bestätigt. Da die Anwendung dieses Verfahrens sehr einfach ist und die Drillfähigkeit des Saatgutes nicht leidet, ergeben sich neue Möglichkeiten in der Möhrenfliegenbekämpfung. Geschmacklich wurde an den so behandelten Möhren keine Beeinträchtigung festgestellt. Doch wird dieser Frage weitere Beachtung gelten müssen.
3. Als aussichtsreich zur Möhrenfliegenbekämpfung durch Saatgutbekrustung erscheint weiterhin Dieldrin, das bei Anwendung eines hochprozentigen Präparates den Befall stark reduzierte und relativ wenig keimschädigend wirkte. Bei einer Aufwandmenge von 100 g/kg konnte anfangs sogar eine merkliche Wuchsstimulierung beobachtet werden.

Literatur.

1. Bollow, H.: Pflanzenschutz **7**, 72–75, 1955.
2. Bremer, H. und Orth, H.: Nachr. Bl. dtsch. Pfl. Sch. D. **7**, 106–107, 1955.
3. Collingwood, C. A. und Croxall, H. E.: Plant Pathology **3**, 99–103, 1954.
4. Hansen u. a.: Z. Pfl. kr. u. Pfl. schutz **61**, 106 (Referat), 1954.
5. Orth, H.: Nachr. Bl. dtsch. Pfl. Sch. D. **6**, 90–91, 1954.
6. Pauck, P. und Koch, F. W.: Ebenda **4**, 113–116, 1952.

Zur Technik der Präparation und Photographie kleiner Insekten

Von Wilhelm Berg.

Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn,
Direktor: Prof. Dr. H. Braun.

Mit 1 Abbildung.

Einleitung.

Während es heute keine Schwierigkeiten mehr bereitet, die systematisch wichtigen Merkmale größerer Insekten im Lichtbild wiederzugeben, stößt die photographische Abbildung kleinerer Formen noch immer auf Hindernisse. Doch sollte auf diese Form der bildlichen Darstellung nicht verzichtet werden, da gerade bei klaren und übersichtlichen Handzeichnungen oft nicht scharf umrissene, aber dennoch wichtige Farb- und Helligkeitsschattierungen nicht deutlich genug hervorgehoben oder überbetont werden. So scheint es notwendig, die morphologische Zeichnung durch das Photo zu ergänzen.

Aus diesem Grunde wurde ein neues Präparierverfahren entwickelt, das gestattet, geflügelte Blattläuse mit ihren morphologischen Artmerkmalen photographisch abzubilden[1]). Ringblitz-Aufnahmen lebender Tiere entsprechen nicht den gestellten Anforderungen, da durch die natürliche Haltung von Antennen, Flügeln und Beinen oft wichtige Charakteristika verdeckt werden. Auf dem ,,morphologischen Photo" müssen alle wesentlichen Merkmale sichtbar sein, außerdem soll das Tier in seiner normalen, d. h. ungeschrumpften Körperform erhalten bleiben. Dies ist bei den weichhäutigen und nach dem Tode sehr rasch zusammenfallenden Aphiden nicht leicht zu erreichen. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich aus dem Helligkeitsunterschied zwischen den sehr dünnen Flügeln mit zartem Geäder und den dunkel, jedoch keineswegs einheitlich gefärbten übrigen Körperteilen.

Technik.

a) Präparation.

Zur Anfertigung eines ,,morphologischen Blattlausphotos" muß die Laus so präpariert werden, daß Fühler, Vorder- und Hinterflügel, Beine, Siphonen und die Oberseite des unverformten Abdomens in annähernd gleicher Ebene liegen.

Zu Beginn der Präparation wird ein glatter, einfarbiger Untergrund vorbereitet. Als solcher hat sich weiß glänzendes, unbelichtetes, aber fixiertes Photopapier bewährt. Diese Unterlage wird auf eine Torfplatte genadelt und in ihre Mitte ein Minutienstift so eingeführt, daß seine Spitze $\frac{1}{2}$–1 mm weit aus dem Papier herausragt. Nun wird eine Laus mit Essigäther betäubt, jedoch nicht abgetötet, und mit dem Thorax auf den Stift gespießt.

Unter ständiger Beobachtung durch eine binokulare Lupe werden jetzt mit einer feinen, hakenförmig gebogenen Präpariernadel die Beine vom Körper abgespreizt. Befinden sie sich in der gewünschten, der Schärfentiefe wegen möglichst gestreckten Lage, so wird seitlich neben die Tarsen je ein kleiner Tropfen Zelluloid-Lösung aus einer fein ausgezogenen Pipette gegeben.

Dieses Klebemittel läßt sich durch Auflösen von Zelluloid in Azeton leicht herstellen. Es muß so flüssig sein, daß es sich mit einer Nadel gut ausziehen läßt und weder an der Pipettenspitze noch auf der Unterlage dicke Tropfen bildet. Andererseits darf es aber nicht so dünnflüssig sein, daß es bei Berührung der Tarsen an den Beinen entlang unter den Körper läuft und diesen mit dem Untergrund verklebt.

Die Lösung wird nun mit einer feinen Nadel an die Tarsen herangezogen, die dadurch sogleich auf der Unterlage fixiert werden. Dann werden zwei weitere Tropfen an die Stellen gegeben, wo die Fühlerspitzen angeheftet werden sollen, und diese in das Klebemittel gedrückt.

Sodann müssen die Vorderflügel nach beiden Seiten ausgebreitet werden. Es empfiehlt sich, den Untergrund am späteren Auflagepunkt der Flügelspitzen leicht anzufeuchten, so daß die Flügelenden dort kurzfristig haften. Anschließend wird seitlich davon ein Tropfen Zelluloid-Lösung appliziert, der mit der Nadel zur Flügelspitze gezogen wird. Er darf keinesfalls zu stark sein, da sonst Lichtbrechungseffekte im Flügelbereich auftreten. Sind die Vorderflügel ausgespannt, so können die Hinterflügel, entsprechend der Haltung beim fliegenden Tier, in diese eingehängt werden.

[1]) Entsprechende Aufnahmen kleinster Schmetterlingsformen hatten vorher zu brauchbaren Ergebnissen geführt.

Die so aufgeklebte Laus (Abb. 1) wird nun samt der Unterlage von der Torfplatte abgelöst und in einem KCN-Glas getötet. Der Minutienstift verbleibt in der Platte.



Abb. 1. Virginogene Geflügelte der Grünen Pfirsichlaus *Myzodes persicae* Sulz. Etwa 15mal vergrößert. Stirnhöcker und dunkler Rückenfleck deutlich erkennbar.

b) Photographie[1]).

Die Photographie muß sehr bald, spätestens nach einer halben Stunde, erfolgen, da sonst das Abdomen des Tieres schrumpft. Bei der Verwendung hitzeentwickelnder Lampen sind lange Belichtungszeiten zu vermeiden. Andernfalls führen Schrumpfungsprozesse während der Aufnahme zu Unschärfen. Außerdem ist bei der Ausleuchtung des Objektes darauf zu achten, daß auf den glänzenden Körperpartien keine störenden Lichtreflexe auftreten, die eine Körperzeichnung vortäuschen könnten. Ferner sind Schlagschatten zu vermeiden, und eine möglichst gleichmäßige Beleuchtung aller Körperabschnitte ist anzustreben. Die Verwirklichung dieser Ziele muß den jeweiligen technischen Möglichkeiten angepaßt und vom Photographen selbst ausprobiert werden.

Die vorliegende Abbildung wurde mit einer Leica mit Balgennaheinstellgerät, Objektiv Busch Glypter-Anastigmat F : 3,5; F = 7,5 cm, und einer mit 2 Sektorenblenden versehenen Ringbeleuchtung aufgenommen. Die Belichtungszeit betrug 2 Minuten bei Blende 18. Als Aufnahmematerial diente ein KB-14-Film von Adox, der in Hauff-Ortonal entwickelt wurde. Für Papierabzüge bewährte sich besonders der weich arbeitende Entwickler Centrabrom der Firma Tetenal.

Zusammenfassung.

Es wurde ein Klebeverfahren entwickelt, das es gestattet, geflügelte Blattläuse so zu präparieren, daß sie in vollturgeszentem Zustand photographiert werden können. Dabei sind die systematisch wichtigen Form- und Zeichnungsmerkmale zu erkennen. Die Klebemethode hat sich auch für andere kleine Insekten bewährt.

[1]) Für wertvolle phototechnische Hinweise sei Fräulein Hildegard Schneiders herzlich gedankt.

Als Doktorandin bei Herrn Professor Blunck

Von Margret Bahr, Münster/Westf.

Es mag nicht üblich sein, sich in dieser Form an einer Festschrift zu beteiligen. Die besondere Art von Herrn Professor Dr. Blunck, seine Schüler zu lenken und zu leiten, brachte mich jedoch auf den Gedanken, meinen Dank an meinen Lehrer mit diesem Beitrag aus der Schülerperspektive zum Ausdruck zu bringen.

Den ersten persönlichen Kontakt zu Herrn Professor Dr. Blunck erhielt ich in meinem 3. Studiensemester, als ich mich nach der Möglichkeit einer Ferienbeschäftigung erkundigte. Ein glücklicher Umstand wollte es, daß eine Anfrage des Versuchsrings Rheinischer Baumschulbesitzer nach der Bekämpfung des Baumschulschädlings *Phyllobius oblongus* L. vorlag. Ich erhielt den Auftrag, mich zunächst mit der Überwinterung des Schädlings zu befassen und begann im März 1948 meine Tätigkeit in einem Baumschulquartier in Meckenheim. Am ersten Tag fuhr Herr Professor Blunck zu meiner Freude selbst mit mir nach Meckenheim, um mich einzuführen. Diese Haltung ist bezeichnend für Herrn Professor Blunck: Er sorgt stets für einen guten Start und ist immer bereit, wertvolle Anregungen aus seinem reichen Wissen zu geben und die Arbeit wirksam zu fördern. Keiner seiner Schüler braucht jemals zu befürchten, daß er das Interesse am Wohl und Wehe des einzelnen verlieren könnte. Immer findet man ein offenes Ohr, und dieses Bewußtsein verbindet die große Zahl der Blunck-Schüler.

Später wurde mir die Untersuchung der Biologie und Bekämpfung von *Phyllobius oblongus* L. als Doktorarbeit übertragen. Ich war sehr erfreut, denn nun war ich Blunck-Schülerin und nahm mir vor, meinen Lehrer diesen Entschluß nie bereuen zu lassen. Ich erhielt meinen Arbeitsplatz in Herrn Professor Bluncks Arbeitszimmer in Bad Godesberg. Diese Tatsache ist von entscheidendem Einfluß gewesen. Ich durfte aus unmittelbarer Nähe die Arbeit eines Meisterphytopathologen beobachten und an ihr teilnehmen.

Herr Professor Blunck bewältigt täglich schier unermüdlich ein großes Arbeitspensum. Sein Tag beginnt in den frühen Morgenstunden, häufig vor 6 Uhr, mit biologischen Forschungen. Er revidiert selbst seine zahlreichen Versuchsschalen und sitzt am Mikroskop, bis ihm mit der Post eine große Anzahl Briefe auf den Schreibtisch flattert. Sämtliche eingegangenen Briefe werden am gleichen Tage erledigt. Es ist ein Genuß, beim Diktieren zuzuhören. Mit großem Einfühlungsvermögen und in geschliffenem Stil wird jedes Schreiben sorgfältig beantwortet. Wenn man nicht umgehend Anwort auf sein Schreiben erhält, muß man damit rechnen, daß Herr Professor Blunck erkrankt oder verreist ist. Auch das Zuhören beim Diktat wissenschaftlicher Versuchsergebnisse war für mich sehr lehrreich.

Neben seiner Forschungsarbeit und der Tätigkeit als Herausgeber der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz" und des „Handbuch der Pflanzenkrankheiten" (Sorauer) ist die Ausbildung und Förderung des phytopathologischen Nachwuchses immer ein Hauptanliegen von Herrn Professor Blunck gewesen. Er erzieht seine Schüler zu biologischem Denken, zu exakter wissenschaftlicher Arbeit, zu Fleiß und Hingabe an das begonnene Werk. Seine fachlich und stilistisch exakten Vorlesungen über Phytopathologie und Entomologie sowie seine Übungen waren bei den Studierenden sehr beliebt. Man spürt, daß Herr Professor Blunck mit

Begeisterung Zoologe und Phytopathologe ist, und diese Begeisterung für den Beruf vermag er seinen Schülern mitzuteilen.

Ich darf abschließend meinem hochverehrten Lehrer zu seinem 70. Geburtstag meine herzlichsten Glückwünsche aussprechen und ihm für seine große Güte danken, die meinen beruflichen Werdegang begleitete. Ich wünsche Herrn Professor Dr. Blunck, daß noch viele Jahre begeisterten und begeisternden Schaffens als Forscher und Lehrer vor ihm liegen möchten.

Verantwortliche Herausgeber dieses Festheftes: Prof. Dr. Ernst Brandenburg, Gießen, Ludwigstr. 23; Oberregierungsrat Dr. Hans Bremer, Lauvenburg, Neuss II Land; Prof. Dr. Eckart Meyer, Hannover-Sarstedt; Prof. Dr. Bernhard Rademacher, Stuttgart-Hohenheim. — Verlag: Eugen Ulmer, Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturwissenschaften, Stuttgart, z. Z. Ludwigsburg. Körnerstraße 16. Druck: Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg. Erscheinungsweise monatlich einmal. Bezugspreis ab Jahrgang 1955 (Umfang 800 Seiten) jährlich DM 85.—. Die Zeitschrift kann nur jahrgangsweise abgegeben werden. Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten auf Wunsch 20 Sonderdrucke unberechnet, falls eine Bestellung spätestens bei Rückgabe des Korrekturabzuges an die Schriftleitung erfolgt. Anzeigenannahme: Ludwigsburg, Körnerstr. 16. — Postscheckkonto Stuttgart 7463.